

UNIVERSIDADE NOVA DE LISBOA

Faculdade de Ciências e Tecnologia

Departamento de Engenharia Civil

**AS TECNOLOGIAS DE INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO NA INDÚSTRIA
DE CONSTRUÇÃO PORTUGUESA: CARACTERIZAÇÃO DA SUA UTILIZAÇÃO E
ANÁLISE DO IMPACTO NO DESEMPENHO DAS EMPRESAS**

Por

Rui Miguel de Lima Victor Sousa Marques

Dissertação apresentada na Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa para a obtenção do grau de Mestre em Engenharia Civil – Perfil de Construção

Orientador Científico: Prof. Doutor Nuno Cachadinha (DEC-FCT/UNL)

Lisboa

2010

Agradecimentos

“(...) Eia! eia! eia!

Eia electricidade, nervos doentes da Matéria!

Eia telegrafia-sem-fios, simpatia metálica do Inconsciente!

Eia túneis, eia canais, Panamá, Kiel, Suez!

Eia todo o passado dentro do presente!

Eia todo o futuro já dentro de nós! eia!”

Álvaro de Campos (1915)

In: Orpheu nº1: Revista Trimestral de Leitura

Ao Prof. Doutor Nuno Cachadinha, um sincero agradecimento pela disponibilidade e apoio, pelo estímulo e inesgotável entusiasmo. Pelo espírito de união e partilha criado, pela paixão desprovida de Ego de formar o futuro, pela liberdade de pensamento que me proporcionou, desenvolvendo em paralelo, o sentido da responsabilidade de se trabalhar em Ciência. Pela amizade.

À Prof. ^a Doutora Elizabeth Reis, pela disponibilidade e apoio cruciais na solidez dos aspectos estatísticos desta investigação.

A todas as empresas que participaram neste estudo, sem o contributo das quais seria impossível desenvolver este estudo.

Aos meus colegas, pela partilha de conhecimentos e espírito de equipa.

À minha Família, pelo Amor e dedicação constantes, desde o início.

À Aninha e ao Francisco, pela inspiração.

Resumo

A falta de informação acerca dos benefícios das novas tecnologias, juntamente com a incerteza associada às vantagens competitivas das Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC) e a diversidade de processos característica da indústria da construção, resultou numa resistência à implementação de tecnologia por parte das empresas de construção portuguesas. Foi desenvolvida uma pesquisa nacional para recolher informação referente à utilização de tecnologia e desempenho geral de 32 empresas de construção portuguesas. Dezas seis hipóteses de pesquisa são apresentadas e estatisticamente testadas, relacionando níveis de utilização de tecnologia com o desempenho das empresas ao nível dos custos, planeamento, segurança e qualidade. Os resultados deste estudo indicam que a utilização de tecnologia pode contribuir significativamente na execução das 41 funções de trabalho definidas nesta investigação, por se considerarem na sua generalidade constituintes do processo produtivo de uma empresa de construção. Este estudo fornece uma direcção para futuras decisões de investimento em TIC, auxiliando os gestores na escolha das actividades da sua empresa onde a aplicação de novas tecnologias poderá obter resultados mais produtivos.

Palavras-chave: Indústria de Construção Portuguesa; TIC; Função de Trabalho; Automatização; Integração; Desempenho

Abstract

Lack of information regarding technology benefits along with orientation towards custom products have resulted in industry reluctance to implement new Information and Communication Technologies (ICT). An industry-wide survey was carried out to collect data from 32 Portuguese construction companies on the issue of technology usage and overall performance. Sixteen research hypotheses are presented and statistically tested by relating levels of technology usage to business performance in terms of costs, planning, safety and quality. Findings pertaining to associations between technology usage and companies performance are discussed. Results indicate that the use of technology may contribute significantly to the accomplishment of 41 work functions defined under this research, by generally being present on a common construction company's production process. Findings from this study can provide a direction for future investments in technology, enabling companies to achieve better results.

Keywords: Portuguese Construction Industry; ICT; Work Function; Automation; Integration; Performance

Simbologia e Notações

TIC	Tecnologias de Informação e Comunicação
PIB	Produto Interno Bruto
TI	Tecnologias de Informação
DAC	Desenho Assistido por Computador
GPS	<i>Global Positioning System</i>
IDEA	Índice de Desempenho da Empresa Absoluto
IDE	Índice de Desempenho da Empresa
ITFA	Índice TIC de Fase Absoluto
ITF	Índice TIC de Fase
ITE	Índice de Tecnologia da Empresa
IAE	Índice da Automatização da Empresa
IIE	Índice de Integração da Empresa
IAT	Índice de Alta Tecnologia
IMT	Índice de Média Tecnologia
IBT	Índice de Baixa Tecnologia
ICC	Índice de Custo Crítico
IPC	Índice de Planeamento Crítico
SGQ	Sistema de Gestão de Qualidade

Índice de Texto

1.	Introdução	1
2.	Estado do Conhecimento.....	3
2.1	A Indústria da construção.....	3
2.2	A necessidade de inovar	3
2.3	Tecnologias de Informação e Comunicação	4
2.4	A resistência da indústria	5
2.5	Uma nova oportunidade	6
2.6	As dificuldades do processo de implementação.....	9
2.7	Quantificação dos benefícios da utilização de TIC	13
3.	Metodologia	17
3.1	Processo de Investigação.....	17
3.2	Informação do Participante	19
3.3	Informação da Empresa.....	20
3.4	Desempenho da Empresa	20
3.5	Medidas de utilização de tecnologia	22
3.6	Parâmetros de utilização de tecnologia	27
3.6.1	Utilização de Tecnologia por fases da actividade da Empresa.....	27
3.6.2	Utilização de Tecnologia na actividade da Empresa.....	28
3.6.3	Utilização de Tecnologia de Integração e Automatização	28
3.6.4	Utilização de Tecnologia nas várias funções de trabalho da indústria	29
3.6.5	Utilização de funções de trabalho de custo/planeamento crítico.....	30
3.7	Hipóteses de Pesquisa	31
3.8	Universo e Amostra.....	33
4.	Tratamento de Dados	35
4.1	Teste de correlação de Pearson	35
4.2	OneWay ANOVA	37
4.3	Testes de Scheffé e Games-Howell.....	39
4.4	Teste de Shapiro-Wilk.....	40
4.5	Teste de Levene.....	41

4.6	Teste de Kruskal-Wallis	42
5.	Análise e Discussão de Dados.....	44
5.1	Teste à Hipótese 1: ITE Vs IDE.....	44
5.2	Teste à Hipótese 2: Número médio de trabalhadores Vs ITE	45
5.3	Teste à Hipótese 3: Volume de Facturação Anual Vs ITE.....	49
5.4	Teste às Hipóteses 4, 5, 6 e 7: ITF Vs IDE	52
5.5	Teste à Hipótese 8: IAE Vs IDE	54
5.6	Teste à Hipótese 9: IIE Vs IDE.....	55
5.7	Teste à Hipótese 10: ICC Vs Desempenho de Custos.....	58
5.8	Teste à Hipótese 11: IPC Vs Desempenho de Planeamento	61
5.9	Teste às Hipóteses 12, 13 e 14: IBT, IMT e IAT Vs IDE	64
5.10	Teste à Hipótese 15: ITE Vs Desempenho de Segurança	66
5.11	Teste à Hipótese 16: ITE Vs Desempenho de Qualidade.....	69
5.12	Função de Trabalho Vs IDE.....	71
5.12.1	Gestão e Monitorização dos Fornecedores.....	72
5.12.2	Transmissão de ordens de trabalho e respostas a questões para o terreno	74
6.	Futuros Campos de Pesquisa.....	77
7.	Conclusões	79
8.	Referências Bibliográficas	82
	Anexo.....	90

Índice de Figuras

Figura 2.1 – Progresso económico ao longo do tempo em diferentes indústrias (Paulsen 1995) .	7
Figura 2.2 – Modelo de difusão de inovação (Roger 1995).....	10
Figura 2.3 – Níveis de tecnologia utilizados Vs Satisfação do dono de obra em projectos de grandes dimensões (Yang <i>et al.</i> 2007)	14
Figura 3.1 – O Processo de Investigação	19
Figura 6.1 – Índice de Tecnologia da Empresa Vs Índice de Desempenho da Empresa – Gráfico de dispersão pontual e regressão linear	45
Figura 6.2 – Número de trabalhadores da empresa Vs Índice de Tecnologia da Empresa	48
Figura 6.3 – Volume médio de facturação anual da empresa Vs Índice de Tecnologia da Empresa	52
Figura 6.4 – Desempenho de Custos das empresas Vs Índice de Custo Crítico	61
Figura 6.5 – Desempenho do Planeamento das empresas Vs Índice de Planeamento Crítico	64
Figura 6.6 – Desempenho de Segurança das empresas Vs Índice de Tecnologia da Empresa ...	68
Figura 6.7 – Desempenho de Qualidade das empresas Vs Índice de Tecnologia da Empresa ...	71
Figura 6.8 – Gestão e Monitorização de Fornecedores Vs Índice de Desempenho da Empresa	73
Figura 6.9 – Função Transmissão de Ordens de Trabalho e Respostas a Questões para o Terreno Vs Índice de Desempenho da Empresa	76

Índice de Tabelas

Tabela 2.1 – Teste t de Student para Satisfação de obras Vs nível de TIC utilizado (Yang 2008)	15
Tabela 4.1 – As Funções de Trabalho	23
Tabela 4.2 – Classificação de Funções de Trabalho quanto ao seu tipo	24
Tabela 4.3 – Funções de Trabalho de Custo Crítico	30
Tabela 4.4 – Funções de Trabalho de Planeamento Crítico	31
Tabela 4.5 – As Hipóteses de Pesquisa	32
Tabela 6.1 – Dados Estatísticos do teste à Hipótese 1	44
Tabela 6.2 – Teste de Correlação de Pearson para a Hipótese 1	44
Tabela 6.3 – Teste de Normalidade para a Hipótese 2	46
Tabela 6.4 – Dados Estatísticos para o teste à Hipótese 2	46
Tabela 6.5 – Teste de Homogeneidade de Variâncias de Levene para a Hipótese 2	46
Tabela 6.6 – Teste de Igualdade de médias ANOVA para a Hipótese 2	46
Tabela 6.7 – Teste de Comparação Múltipla de Scheffé para a Hipótese 2	47
Tabela 6.8 - Teste de Normalidade para a Hipótese 3	49
Tabela 6.9 – Dados Estatísticos para o teste à Hipótese 3	49
Tabela 6.10 – Teste de Homogeneidade de Variâncias de Levene para a Hipótese 3	49
Tabela 6.11 – Teste de Igualdade de médias ANOVA para a Hipótese 3	50
Tabela 6.12 – Teste de Comparação Múltipla de Scheffé para a Hipótese 3	50
Tabela 6.13 – Dados Estatísticos para o teste às Hipóteses 4, 5, 6 e 7	53
Tabela 6.14 – Testes de Correlação de Pearson para as Hipóteses 4, 5, 6 e 7	53
Tabela 6.15 – Dados Estatísticos para o teste à Hipótese 8	55
Tabela 6.16 – Teste de Correlação de Pearson para a Hipótese 8	55
Tabela 6.17 – Dados Estatísticos do teste à Hipótese 9	56
Tabela 6.18 – Teste de Correlação de Pearson para a Hipótese 9	56
Tabela 6.19 – Tabela de Índices Médios de Automatização e Integração	56
Tabela 6.20 – Teste de correlação de Pearson entre as variáveis das funções de integração e o Índice de Desempenho da Empresa	57
Tabela 6.21 – Teste de Normalidade para o teste à Hipótese 10	58

Tabela 6.22 – Dados Estatísticos para o teste à Hipótese 10	58
Tabela 6.23 – Teste de Homogeneidade de Variâncias de Levene para a Hipótese 10	59
Tabela 6.24 – Teste de Comparação Múltipla de Games-Howell para a Hipótese 10	60
Tabela 6.25 – Teste de Normalidade para a Hipótese 11	62
Tabela 6.26 – Dados Estatísticos para o teste à Hipótese 11	62
Tabela 6.27 – Teste de Homogeneidade de Variâncias de Levene para a Hipótese 11	62
Tabela 6.28 – Teste de Igualdade de Médias ANOVA para a Hipótese 11	63
Tabela 6.29 – Dados Estatísticos para o teste às Hipóteses 12, 13 e 14.....	65
Tabela 6.30 – Testes de Correlação de Pearson para as Hipóteses 12, 13 e 14	65
Tabela 6.31 – Teste de Normalidade para a Hipótese 15.....	66
Tabela 6.32 – Dados Estatísticos para o teste à Hipótese 15	66
Tabela 6.33 – Teste de Homogeneidade de Variâncias de Levene para a Hipótese 15	66
Tabela 6.34 – Teste de Comparação Múltipla de Games-Howell para a Hipótese 15	67
Teste 6.35 – Teste de Normalidade para a Hipótese 16.....	69
Tabela 6.36 – Dados Estatísticos para o teste à Hipótese 16	69
Tabela 6.37 – Teste de Homogeneidade de Variâncias de Levene para a Hipótese 16	70
Tabela 6.38 – Teste de Kruskal-Wallis para a Hipótese 16	70
Tabela 6.39 – Teste de Normalidade para a associação entre a função Gestão e Monitorização de Fornecedores e o Índice de Desempenho da Empresa	72
Tabela 6.40 – Teste de Kruskal-Wallis para a associação entre a Gestão e Monitorização de Fornecedores e o Índice de Desempenho da Empresa	73
Tabela 6.41 – Teste de Normalidade para a associação entre a função Transmissão de Ordens de Trabalho e Respostas a Questões para o Terreno e o Índice de Desempenho da Empresa	74
Tabela 6.42 – Teste de Kruskal-Wallis para a associação entre a função Transmissão de Ordens de Trabalho e Respostas a Questões para o Terreno e o Índice de Desempenho da Empresa	75
Tabela 6.43 – Teste de Igualdade de Médias ANOVA para a associação entre a função Transmissão de Ordens de Trabalho e Respostas a Questões para o Terreno e o Índice de Desempenho da Empresa	75

Índice de Equações

Índice de Desenvolvimento da Empresa Absoluto.....	21
Índice de Desenvolvimento da Empresa	21
Taxa de Resposta de Fase.....	27
Índice TIC de Fase Absoluto.....	27
Índice TIC de Fase	28
Índice de Tecnologia da Empresa	28
Índice de Automatização da Empresa	29
Índice de Integração da Empresa	29
Índice de Alta Tecnologia	29
Índice de Média Tecnologia.....	29
Índice de Baixa Tecnologia.....	30
Índice de Custo Crítico.....	31
Índice de Planeamento Crítico	31
r de Pearson	36
Média Aritmética da Variável X	36
Média Aritmética da Variável Y	36
Soma Total dos Desvios dos Valores Observados em torno da Média Global	38
Parcela da Soma de Quadrados devida aos erros (OneWay ANOVA)	38
Soma de Quadrados devida ao Factor Independente (OneWay ANOVA)	38
Soma Total dos Desvios dos Valores Observados em torno da Média Global).....	38
Graus de Liberdade associados à Soma dos Quadrados Total	38
Análise de Variância Simples (OneWay ANOVA)	38
Teste de Scheffé	39
1ª Condição de Rejeição da Hipótese nula pelo teste de Scheffé.....	39
2ª Condição de Rejeição da Hipótese nula pelo teste de Scheffé.....	40
Teste de Shapiro-Wilk.....	41
Constante ai (Teste de Shapiro-Wilk)	41
Teste de Levene.....	41
Teste de Kruskal-Wallis	42
Valor de S2 para o teste de Kruskal-Wallis	43
Redução da Equação de Kruskal-Wallis	43

1. Introdução

Actualmente, o movimento de modernização e abertura da economia global expandiu-se ao sector da construção. Em função dos novos parâmetros de mercado, existe a necessidade de repensar os métodos de produção desta indústria. Numa economia competitiva como a que se está a configurar, a redução dos custos de prossecução de um projecto é um factor decisivo para a sobrevivência das empresas. Mas aliado a este factor está o crescente compromisso com a qualidade, que além de ser uma exigência do consumidor actual, está cada vez mais institucionalizado. Este desafio conduz à necessidade de uma inovação organizacional, uma optimização dos processos que possibilite a execução de um projecto nas melhores condições, e com a menor duração possível.

O sucesso de uma Indústria resulta da interacção entre recursos humanos, materiais e tecnológicos, no sentido de cumprir os objectivos de um determinado projecto. No caso da construção civil, qualquer projecto possui características singulares e exige frequentemente o contributo de uma grande variedade de recursos, em locais específicos e sujeitos a condicionantes tão imprevisíveis como a meteorologia. O volume de recursos produz elevadas quantidades de informação, que é partilhada, possibilitando assim cooperação a diferentes níveis, que conduz ao sucesso do projecto.

O crescente desenvolvimento das Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC) revolucionou o modo de produção de qualquer sector industrial. Actualmente, os progressos da técnica possibilitam a geração de cada vez mais informação, com nova instrumentação, possibilitando a sua manipulação de uma forma eficiente, optimizando ainda a partilha de dados entre um grupo de projecto.

As potencialidades são significativas, tendo os resultados sido comprovados ao longo do tempo. Contudo, a indústria da construção não tem implementado as emergentes tecnologias à mesma velocidade que os restantes sectores da economia. Parece existir uma relutância quanto à mudança nos processos de produção, associada a diversos factores, que são objecto de estudos científicos desde a década de 80.

Este panorama mundial estende-se à indústria de construção portuguesa, que carece de estudos nesta área, permanecendo ainda algo incógnitos os motivos que impedem uma maior adopção de TIC neste ramo de negócio. Este facto serviu a motivação do presente trabalho, que pretendeu investigar o impacto das TIC na indústria de construção portuguesa, através de

um estudo estatístico conduzido a partir de um inquérito a 90 empresas de construção nacionais.

Dos resultados obtidos, pretendeu-se obter um conjunto de dados que permitam inferir acerca da receptividade das empresas de construção portuguesas às novas TIC, assim como detectar factores condicionantes que diferenciam este sector económico dos outros, no que a este assunto diz respeito. Por outro lado, este estudo teve como propósito o de encontrar algum tipo de associação entre os níveis de tecnologia utilizados em actividades correntes de uma empresa de construção portuguesa e o sucesso da mesma. O conhecimento da forma como a utilização das TIC pela indústria de construção pode influenciar o seu desempenho, seja ela dependente da tipologia da obra, das actividades desempenhadas, das suas diferentes fases de execução, ou simplesmente do nível tecnológico envolvido, poderá constituir um contributo importante para uma futura decisão de investimento.

2. Estado do Conhecimento

2.1 A Indústria da construção

A indústria da construção, através do produto que gera, a sua dimensão e capacidade de gerar emprego, possui o potencial para influenciar o Produto Interno Bruto (PIB) de uma economia, mais do que qualquer outra indústria (Love *et al.* 2006). De facto, Stoeckerl e Quirke (1992) explicam que um aumento de 10% na eficiência da indústria de construção australiana iria produzir aumentos na contribuição da economia para o Produto Interno Bruto australiano em mais de 2,5% (Love *et al.* 2006). No que respeita a Portugal, o negócio da construção representa 11,6% do PIB (FIEC 2007). Estes valores mostram bem o impacto desta indústria na economia nacional e mundial, movimentando enormes volumes financeiros, recursos humanos e materiais.

A competição económica global obrigou muitas organizações a explorar todas as opções possíveis para melhorar a oferta dos seus produtos ou serviços (Drucker 1994, segundo Bowden *et al.* 2006). Esta tendência tornou-se igualmente aparente na indústria da construção, com clientes que esperam melhores serviços e projectos que se aproximem ao máximo aos seus requisitos. Este facto desafiou a indústria a tornar-se mais eficiente, integrada e mais atractiva, tanto aos olhos da sociedade como na sua potencial força de trabalho (Bowden *et al.* 2006).

O crescimento populacional, o aumento da competitividade, motivado pelo desenvolvimento exponencial de novas tecnologias, aumenta o nível de exigência dos consumidores, e esta tendência afecta igualmente a indústria da construção, que pela sua dimensão e importância, possui inevitavelmente o compromisso de melhorar a sua produtividade, originando entre outras acções, a necessidade de implementar novas TIC, que possibilitem uma resposta às necessidades do mercado.

2.2 A necessidade de inovar

Ao longo das últimas décadas, tem existido um interesse considerável em inovação num conceito geral, e a indústria da construção não é uma excepção. Uma visão consensual do *International Council for Research and Innovation in Building and Construction* (CIB), é a de que inovação consiste na implementação de novas ideias envolvendo alterações significativas nos processos ou produtos existentes numa organização (Courtney e Winch

2002). Segundo Manseau e Seaden (2001), o processo de inovação exige igualmente uma intenção estratégica ao nível da administração, e parte do nível da empresa onde as decisões de investimento são tomadas. Vários autores adoptaram a seguinte definição de inovação (Toole 1998):

“Inovação consiste na aplicação de tecnologia que é nova para uma organização e que melhora significativamente o desenho e construção de um espaço vivo reduzindo os custos, aumentando o desempenho, e/ou melhorando o processo de negócio (ex. reduz o tempo ou aumenta a flexibilidade).”

Dada a definição anterior, as perspectivas de inovação são amplas. No campo das TIC, existe um grande potencial a ser explorado. O relatório Latham (1994), que investigou um método de desenvolver a indústria de construção do Reino Unido, sugeriu que a implementação de Tecnologias de Informação (TI) poderia reduzir os custos de projecto em 30% (Love *et al.* 2006). O nível de desempenho de uma firma de construção em termos de custos, planeamento e gestão desenvolve-se com o aumento do uso de TI (EL-Mashaleh *et al.* 2006, segundo Kang *et al.* 2008). Por outro lado, uma comunicação efectiva no sector é vital devido ao número elevado de participantes no projecto, à separação das disciplinas de desenho e construção, e a natureza geograficamente dispersa dos projectos (Barrie e Paulsen 1992).

2.3 Tecnologias de Informação e Comunicação

As Tecnologias de Informação e Comunicação podem ser entendidas como um conjunto diverso de ferramentas e recursos usados para comunicar, criar, disseminar, guardar e gerir informação (Blurton 2002). Estas tornaram-se no principal objecto de investigação na indústria da construção nos últimos 20 a 30 anos (Bowden *et al.* 2006). As primeiras utilizações de ferramentas informáticas na construção, tiveram lugar na área de Projecto, com o Desenho Assistido por Computador (DAC), possibilitando uma redução no tempo de execução e uma optimização na leitura dos projectos de arquitectura e engenharia. Com o desenvolvimento computacional, alargou-se a sua utilização às ferramentas de cálculo, processadores de texto, bases de dados, cálculo de estruturas, planeamento, orçamentação e gestão de recursos. A Internet veio responder à necessidade de trocar toda a informação no formato digital de uma forma eficiente, revelando enormes potencialidades presentemente em expansão. O crescimento do volume de informação gerou a necessidade de aumentar o seu fluxo, o que foi possível através do desenvolvimento das telecomunicações. Telemóveis,

teleconferência e localização por GPS são algumas das ferramentas ao dispor deste sector, que permitem uma gestão de projectos e recursos à distância. Em geral, os esforços na pesquisa que relaciona as aplicações tecnológicas de informação e comunicação podem ser descritos segundo Chassiakos e Sakellaropoulos (2008) como:

- Estruturas conceptuais de bases de dados da *web*;
- Sistemas de *Electronic Document Managment (EDM)*;
- Análise da informação na construção;
- Aplicações baseadas na *web* na gestão da construção;
- *Application Service Providers (ASP)*;
- Estandardização da informação na construção.

2.4 A resistência da indústria

Apesar do reconhecimento das vantagens significativas do uso da tecnologia, o sector da construção não adoptou TIC à mesma taxa que outras indústrias, como as de manufactura e serviços financeiros (Nielsen *et al.* 2007), sendo este descrito como “hesitante” em adoptar ferramentas de TI (Andresen 2000, segundo El-Mashaleh *et al.* 2006)

O nível de investimento em TI na indústria da construção é relativamente inferior a outras indústrias; tal falta de investimento é a causa plausível da baixa produtividade na indústria da construção (Ekstrom e Bjornsson 2004, segundo Kang *et al.* 2008). De facto, Koskela e Vrijhoef (2000) referiram que falta à indústria da construção uma teoria explícita de produção, o que bloqueia a inovação, contribuindo para uma falta de inovação radical, e restringe as actividades da mesma. Existe portanto, uma resistência por parte da indústria à inovação, existindo várias explicações plausíveis e amplamente estudadas. A grande variedade de especialidades, competências, habilitações escolares, capacidades profissionais, conhecimento informático e ambiente de trabalho entre os participantes num projecto de construção impede uma adequada gestão de informação e comunicação da equipa (Chassiakos e Sakellaropoulos 2008).

Outro factor de grande importância será o da unicidade do produto final, exclusivo em cada projecto, e dependente de factores tão imprevisíveis como as condições meteorológicas. A Construção é uma indústria fragmentada, com numerosas empresas de projecto,

empregueiros, subempregueiros, e fornecedores envolvidos em quase todos os projectos, até o de uma casa (Paulsen 1995). É relativamente fácil implementar novas tecnologias numa linha de produção de manufactura onde existe um ambiente limpo e estável, onde o trabalho se desloca até ao trabalhador. Contudo, num local de construção, o trabalhador é obrigado a deslocar-se até ao trabalho e levar a tecnologia consigo, sujeito às condições ambientais (Bowden *et al.* 2006).

Mas se por um lado a exclusividade deste negócio apresenta uma barreira importante à implementação de TIC, por outro torna ainda mais urgente a implementação de métodos e técnicas de gestão de informação e comunicação apoiadas em emergentes ferramentas tecnológicas, que consigam melhores respostas face às exigências do ramo.

2.5 Uma nova oportunidade

O desenvolvimento de novas tecnologias no presente é exponencial. Invenções como o computador pessoal, o fax, a internet, as comunicações móveis, a nanotecnologia, abriram uma infinidade de possibilidades de aplicação na construção, motivadas pelo significativo decréscimo dos custos na indústria da informática. Com uma força económica gerada por uma tecnologia desenvolvendo-se à velocidade da indústria informática, uma mudança é inevitável. Alguns peritos afirmam que o impacto histórico do microprocessador, sendo apenas um dos produtos da revolução informática, será maior do que o advento do motor a vapor.

É possível o uso de tecnologia informática para desenvolver uma indústria que permanece algo estagnada. Por exemplo, o uso de DAC, a automatização do processo de fabrico e a utilização de motores controlados por microcomputadores revelaram-se cruciais na tarefa de manter os custos de produção da indústria automóvel baixos, permitindo aos fabricantes corresponder economicamente às exigências governamentais em questões tão importantes como a eficiência energética e a poluição, que os mais pessimistas previam que nos vinte anos seguintes levasse a indústria à falência.

Paulsen (1995) estabelece uma comparação entre curvas de custo por unidade de valor de várias indústrias nos últimos 50 anos:

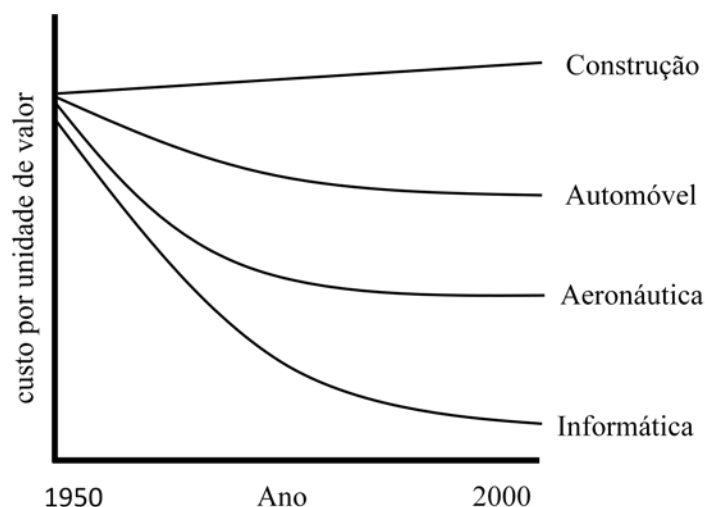


Figura 2.1 – Progresso económico ao longo do tempo em diferentes indústrias (Paulsen 1995)

Uma análise ao gráfico da Fig. 2.1 indica-nos que nos últimos anos, e contrariamente ao sucedido nas indústrias da informática, da aeronáutica e automóvel, a indústria da construção verificou um aumento do custo por unidade de valor. Um investimento em tecnologia poderia inverter esta tendência de uma forma significativa, otimizando os processos de produção reduzindo consequentemente os custos. A indústria da construção é orientada para uma produção personalizada, com projectos únicos adaptados a locais de construção e exigência de clientes específicos. Infelizmente, algumas indústrias vêem o produto da construção como um protótipo, com necessidades consideráveis de melhoria. Contudo, o DAC suporta a criação de projectos únicos de alta qualidade técnica e estética; simulações computadorizadas podem prevenir erros, facilitar mudanças, e melhorar os métodos produtivos, e executar estas tarefas trabalhando em modelos informáticos realísticos antes de iniciar o processo construtivo; e as dificuldades provenientes da fragmentação desta indústria podem ser suplantadas com a criação de modelos informáticos unificadores, ferramentas de gestão e sistemas de comunicação que unam os talentos únicos de cada um dos intervenientes do projecto de um modo mais produtivo e integrado.

O desenvolvimento de projectos de construção inclui várias etapas durante as quais um grande número de recursos humanos de diferentes especialidades interage e coopera no sentido de cumprir as tarefas dos vários projectos. Um importante elemento nesta interacção é o processo da gestão da informação e comunicação que constitui um factor determinante na

eficiência da cooperação interpessoal (Chassiakos e Sakellaropoulos 2008). Egan (1998), segundo Chassiakos e Sakellaropoulos (2008), conclui que uma eficiente gestão da informação é um mecanismo primário para a indústria da construção aumentar a produtividade. Segundo Johnson *et al.* (1998), as tecnologias de informação podem melhorar a produtividade das equipas e da gestão de procedimentos. Back *et al.* (2000) sugere que desenvolvendo a troca de informação interna e integrando informação referente às obras realizadas através dos limites organizacionais pode resultar num decréscimo do custo e planeamento das obras. Thomas *et al.* (2001) avaliou o impacto das tecnologias de desenho/informação, ligando o seu uso ao desempenho dos custos, planeamento e segurança das obras.

A Construção é um negócio baseado num projecto que engloba muitas e diferentes organizações de modo a alcançar um objectivo desejado. O uso estratégico de TIC possibilitou que este objectivo seja completado mais eficazmente (Hassan 2004, segundo Nielsen *et al.* 2007).

Segundo Bowden *et al.* (2006), os resultados da implementação de TIC na indústria da construção incluem:

- Redução no tempo de construção;
- Redução no custo capital da construção;
- Redução dos defeitos;
- Redução nos acidentes;
- Aumento da previsibilidade;
- Redução dos desperdícios;
- Aumento da produtividade;
- Redução nos custos de operacionalidade e manutenção.

Presentes as vantagens desta aliança, numerosas pesquisas têm sido levadas a cabo nos últimos anos, com a intenção de testar a implementação das tecnologias emergentes no sector da construção, promovendo uma optimização de recursos e processos que motivem um aumento sustentado da produção no sector. Contudo, existe ainda um número de questões que suscitam alguma dúvida no processo de decisão de investimento.

2.6 As dificuldades do processo de implementação

Os esforços e iniciativas na área da Investigação e Desenvolvimento Tecnológico nas TIC na construção têm sido tradicionalmente fragmentados e muito pouco orientados, com pouca ênfase em estratégias a longo prazo que possibilitem a criação de um grande impacto no sentido de desenvolver e modificar práticas na indústria guiando-a em direcção a uma construção fundada no conhecimento sustentável (Rezgui e Zarli 2006). Embora o sector seja altamente disciplinado, as TIC permanecem uma das poucas áreas que, embora atraentes para a maioria das empresas, carecem de regulamentação (Rezgui e Zarli 2006). A respeito deste assunto, várias causas foram apontadas ao longo dos últimos anos de pesquisa:

Mitropoulos e Tatum (2000) sugerem duas grandes razões para a relutância em incorporar tecnologia: Incerteza em relação à vantagem competitiva da utilização de novas tecnologias e falta de informação respeitante a tecnologia e os seus benefícios (El-Mashaleh *et al.* 2006);

Segundo Rezgui e Zarli (2006), existe falta de cooperação e de visão em algumas investigações;

Enquanto as TIC estão definitivamente desenvolvidas o suficiente para oferecer soluções adaptáveis à indústria, as necessidades e aspirações dos utilizadores do produto final da construção vão além daquilo que é alcançável pela automatização e suporte digital, e os elementos humanos e económicos impossibilitam ainda um avanço imediato como foi identificado numa análise dos trabalhos e confirmado pelos resultados das entrevistas/questionários efectuados (Rezgui e Zarli 2006);

Pesquisadores da área da construção requisitaram ferramentas desenvolvidas que analisem a forma como a tecnologia afecta a prestação das empresas de construção em projectos (O'Connor e Young 2003, segundo El-Mashaleh *et al.* 2006);

Os benefícios da utilização de TI têm sido difíceis de medir porque o uso de TI tem sido limitado dentro das empresas de construção. Como tal, muita pesquisa nesta área é baseada em *Case Studies* com empresas de topo. Sendo proveitosa, esta pesquisa é inconclusiva para o propósito, uma vez que os resultados são difíceis de generalizar (El-Mashaleh *et al.* 2006);

É difícil de dizer se os aumentos de prestação observados com o uso da tecnologia são especificamente devidos à própria tecnologia ou a um aumento da atenção dispensada pelos gestores no projecto em questão (El-Mashaleh *et al.* 2006);

Com qualquer introdução de uma nova tecnologia na indústria da construção, a tecnologia é apenas uma parte da solução, os efeitos nas pessoas e processos deveriam ser igualmente considerados (Bowden *et al.* 2006).

Existe uma necessidade de estudos estatísticos acerca da utilização de TI e o seu desempenho (El-Mashaleh *et al.* 2006), uma necessidade de obter reacções das pessoas envolvidas no meio, no sentido de encontrar adversidades e novos caminhos de pesquisa. Entre os poucos estudos estatisticamente orientados, O'Connor e Yang (2003) testam a relação entre custos e sucesso no planeamento e a utilização de TI, e Griffis *et al.* (1995) explora os benefícios da visualização tridimensional relacionando-a com crescimento económico, derrapagem no planeamento e *rework* (El-Mashaleh *et al.* 2006).

Goldsmith *et al.* (2003), refere o modelo de Roger (Roger 1995), que propõe uma visão de adopção de TIC na indústria da construção com base numa distribuição normal, descrita na Fig 2.2:

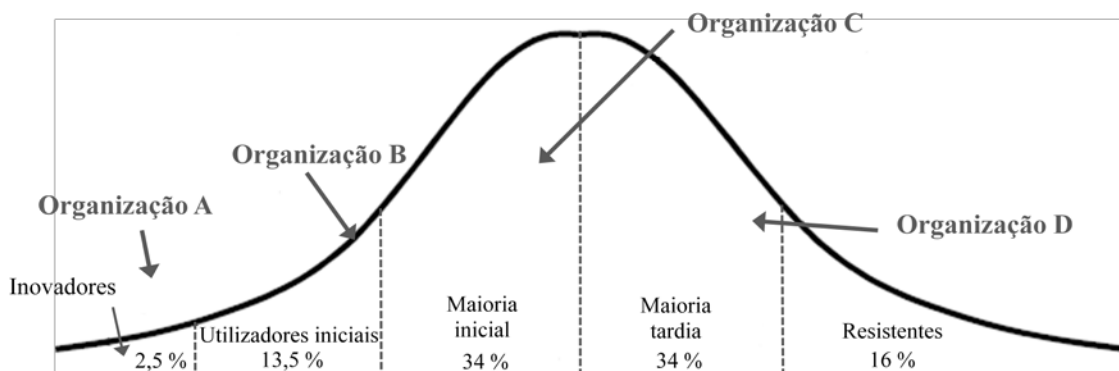


Figura 2.2 – Modelo de difusão de inovação (Roger 1995)

Este modelo define liderança na inovação de acordo com categorias de adopção de inovação e dá uma indicação da sua provável distribuição numa particular população estatística. *Inovadores*, de acordo com o autor, assumem um elevado grau de risco sendo os primeiros 2.5% da população a adoptar uma inovação. Os *Utilizadores Iniciais* ocupam os seguintes 13.5% da população, e constituem uma parte mais integrante do sistema local. A *Maioria Inicial* contém 34% da população e adopta novas ideias mesmo antes da média. Estas empresas raramente possuem uma opinião que lidere no que respeita à inovação. A *Maioria*

Tardia representa os 34% da população que adoptam uma inovação logo a seguir à média. A resposta destas empresas poderá ser resultado do aumento de pressão gerado por redes com parcerias. Os *Resistentes* ocupam os últimos 16% da adopção de inovação e emitem uma opinião quase nula no que respeita a liderança no sector. O ponto de referência deste grupo será o passado.

Parece haver uma falta de rumo, uma dispersão da investigação que carece de regulamentação, de um fio condutor que padronize a aplicação de tecnologia, um modelo que seja comprovado e seguido pela indústria.

Foi com esta ideia presente que se iniciaram diversos estudos de cariz internacional, assentes na necessidade de cooperação e na consciência de que este problema é geral.

Uma das primeiras iniciativas teve lugar na Finlândia. Abordou-se o conceito de *Computer Integrated Construction* (CIC), documentado através do projecto RATAS (Björk 1992), que estudava a implementação de desenho assistido por computador na construção, entre os anos de 1984 e 1992. Este comité encarregou-se de definir um modelo de estruturação de informação digital de um projecto de construção civil, que permitia uma troca eficaz de entre projectistas.

O objectivo do Projecto ROADCON (*Strategic Roadmap towards Knowledge-Driven Sustainable Construction*) era o de desenvolver uma visão para uma construção ágil, baseada num modelo de implementação de TIC no sector da construção Europeu (Hannus *et al.* 2003).

eLEGAL é um projecto de investigação levado a cabo pela European Information Society Technologies (IST), organização fundada pela Comissão Europeia. O objectivo deste projecto é o de definir uma estrutura para a criação de condições e contractos legais respeitantes ao uso de TIC em negócios de projecto (Nielsen *et al.* 2007)

ATELCOMA foi outro projecto financiado pela Comissão Europeia, que une esforços de várias Universidades Europeias, entre as quais a Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, e que pretendia encontrar um modelo de utilização de Tecnologias de Informação na Construção (Soeiro 2007).

Bowden *et al.* (2006) citou Sarchar (2000), acerca de uma *literature review* suportada por *workshops* académicos e industriais que resultou na formulação de sete temas que descreviam a sua visão para as TI na construção de 2005 a 2010:

- Modelo guiado, em oposição ao documento guiado, gestão de informação em projectos;
- Ciclo de vida pensado e transição de informação e processos entre fases de ciclos de vida do projecto;
- Utilização de conhecimento de projectos passados (informação) em novos desenvolvimentos;
- Mudanças dramáticas na busca de novas filosofias, como resultado da internet;
- Melhorias na comunicação em todas as fases de ciclo de vida do projecto, através da visualização;
- Aumento de oportunidades para a Simulação e Análises *what-if*;
- Aumento da capacidade de mudança de gestão e melhoria de processos.

Ao mesmo tempo que se tornam conscientes as inúmeras vantagens da aplicação de TIC na indústria da construção, começam a surgir novas pesquisas mostrando o lado negativo deste processo, que se encontram fundamento na resistência dos gestores em acompanhar a evolução. Evidências sugerem que a utilização de TI na indústria resultou numa substituição de problemas antigos por novos, e que desapontamentos significativos podem ocorrer uma vez que dificuldades inesperadas e falhas são frequentemente encontradas, com a não concretização de benefícios económicos esperados (Berghout e Renkema 2001). Anteriormente, pesquisas na avaliação do sistema de informação apontaram em direcção a uma produtividade estática, apesar dos crescentes gastos em TI e, como resultado, este facto deu lugar à noção de “paradoxo de produtividade” (Stratopoulos e Dehning 2000, segundo Love *et al.* 2006). De acordo com David (1990), existe normalmente uma distância temporal entre a adopção de TI e a altura em que os benefícios esperados são alcançados. De facto, este investigador mostrou que os benefícios da produtividade começam a emergir numa empresa quando a taxa de difusão de uma tecnologia, ou seja, ultrapassa os 50% (Love *et al.* 2006). Factores intangíveis na indústria da construção tornam difícil a tarefa de quantificar os custos e benefícios da inovação de TIC e portanto de aceder aos ganhos obtidos. Como resultado, a justificação do investimento torna-se uma barreira importante à implementação de TIC (Rankin e Luther 2006). A juntar a esta série de adversidades, existe ainda o factor do *background* da maioria da gestão de topo das empresas de construção. Segundo Duman (1992), das mais de 18 milhões de empresas existentes nos Estados Unidos, entre 80% e 90%

são negócios familiares. Dados estatísticos do Instituto Nacional de Estatística (1997) mostram que de acordo com os resultados do Inquérito às Empresas Harmonizado, encontravam-se em actividade no sector da construção 64308 empresas que se dedicavam, fundamentalmente, à construção de edifícios e engenharia civil. A estrutura empresarial da construção caracterizava-se pela existência de 97% de empresas empregadoras de um número de trabalhadores inferior a 20 pessoas. Esta característica do sector Português remete-nos para uma dificuldade acrescida, menos abordada na literatura internacional, que será a existência de um elevado número de empresas familiares na construção nacional. Empresas com volumes de negócio reduzido, e com uma resistência grande à implementação de novas tecnologias assente na falta de habilitações e conhecimento tecnológico da administração.

As dificuldades em identificar os benefícios das TI foram observadas, sendo até sugerido que algumas indústrias podem não obter quaisquer benefícios como o seu gasto de capital (Willcocks e Lester 1994, Love *et al.* 2006). Pesquisadores notaram dificuldades em medir os benefícios do uso de TI, e observaram posteriormente que importantes inovações demoraram anos para serem produtivamente incorporados em operações na indústria (Attewell 1996, segundo Kang *et al.* 2008). Este tem sido provavelmente o maior desafio da pesquisa levada a cabo nesta área: a quantificação dos benefícios da implementação de TIC na indústria da construção. Vários caminhos têm sido seguidos no sentido de superar esta barreira, como é o caso dos estudos estatísticos ao nível de diversos países.

2.7 Quantificação dos benefícios da utilização de TIC

Uma das primeiras iniciativas para avaliar a influência das TIC na indústria da construção, e que teve uma influência decisiva no percurso da investigação internacional, inclusive no presente estudo, teve lugar na Universidade do Texas em Austin, nos Estados Unidos. O'Connor *et al.* (2000) procurava uma forma de obter dados estatísticos que lhe permitissem encontrar alguma relação entre a implementação de TIC e o sucesso das empresas de construção americanas. Para tal, definiu 68 funções de trabalho julgadas representativas da actividade corrente de uma empresa de construção, separadas em 6 fases diferentes. Baseado nas respostas das empresas acerca do nível de tecnologia utilizado numa obra (foram sugeridos 3 níveis de tecnologia previamente descritos), foram definidos uma série de índices de utilização de tecnologia, incluindo índices de fase, de automatização de tarefas e de integração de tarefas. Estes índices foram comparados com os resultados do desempenho das obras estudadas, tendo em conta o custo instalado, o planeamento, a segurança e a satisfação dos donos de obra. Os resultados foram bastante significativos,

servindo numerosas conclusões acerca da forma como as empresas de construção dos Estados Unidos usavam as TIC, e as repercussões que essa utilização tinham nos diferentes tipos de obra, nas suas dimensões e nível tecnológico utilizado.

Após a publicação deste estudo, vários investigadores internacionais utilizaram este conceito para estudos em vários países, obtendo resultados bastantes positivos. Um desses exemplos foi o estudo de Yang *et al.* (2007), que produziu os resultados presentes na Fig. 2.3:

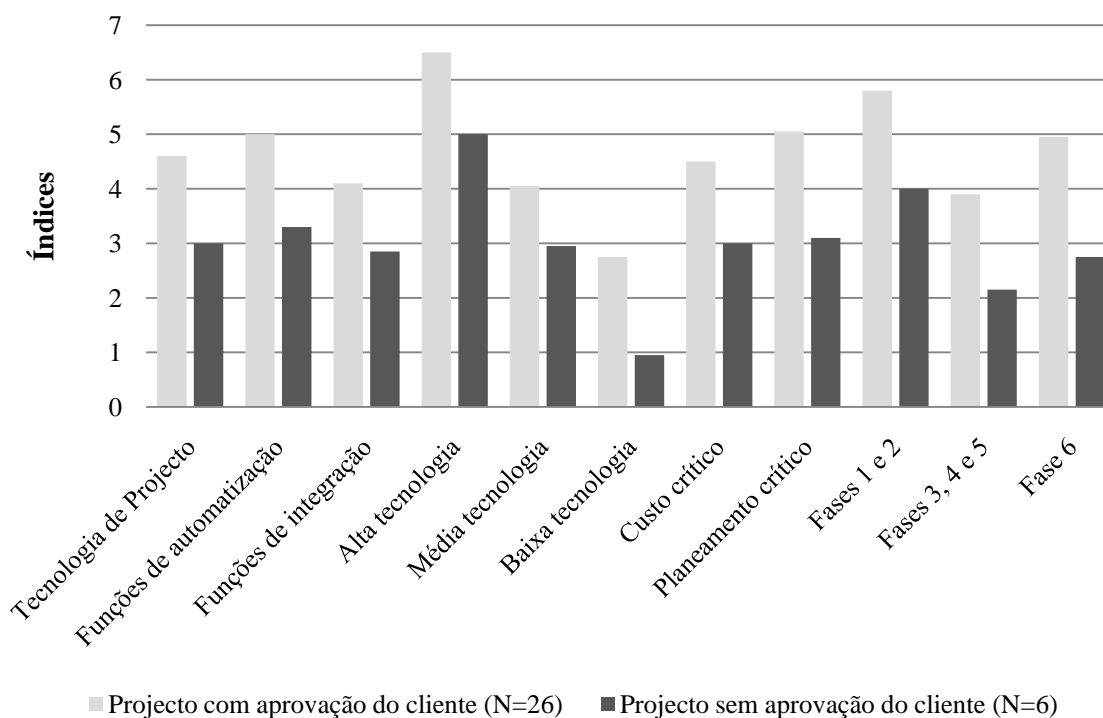


Figura 2.3 – Níveis de tecnologia utilizados Vs Satisfação do dono de obra em projectos de grandes dimensões (Yang *et al.* 2007)

Como se pode observar pela tabela, a média do nível de tecnologia utilizado nas obras com satisfação do dono de obra é notoriamente superior à média de tecnologia utilizada nas obras onde não houve uma aprovação por parte do dono de obra. Este acto repete-se para todos os tipos de funções de trabalho.

Outro exemplo é o estudo levado a cabo pelo mesmo investigador, que demonstra de forma semelhante que a automatização é crítica na assistência da execução das tarefas da obra e pode contribuir de forma significativa para o desempenho das obras, no que respeita à satisfação do dono de obra (Yang 2008). A tabela 2.1 reporta esses resultados:

Tabela 2.1 – Teste t de Student para Satisfação de obras Vs nível de TIC utilizado (Yang 2008)

Tarefa	Projectos com satisfação do Dono de Obra			Projectos com insatisfação do Dono de Obra			Diferença de Médias	t-Student
	N	Média	Desvio Padrão	N	Média	Desvio Padrão		
Condução de análise de necessidades para um novo empreendimento	45	2.31	1.02	16	1.94	1.12	0.37	1.223
Desenvolvimento de Orçamentos	67	2.45	0.99	18	2.11	1.08	0.34	1.258
Desenvolvimento de Planeamentos	67	2.49	1.05	19	2.16	1.07	0.33	1.222
Projectos de Estruturas	58	2.53	0.92	18	2.28	0.89	0.25	1.039
Projectos de Sistemas Eléctricos	54	2.50	0.86	17	2.29	0.77	0.21	0.878
Monitorização do desenvolvimento de Projectos	60	2.07	0.88	18	1.89	0.90	0.18	0.748

Recentemente, foi testado um método novo de quantificação de benefícios reportado por Kang *et al.* (2008). Este estudo tenta superar a dificuldade da quantificação dos benefícios das tecnologias de informação comparando estudos realizados em anos diferentes, encontrando uma relação com os respectivos desempenhos das empresas e a utilização de tecnologias de informação. Verificou-se que existe uma relação positiva entre estes dois factores, já que com a inovação tecnológica registou-se um aumento de produtividade. Na generalidade, toda a pesquisa nesta área aponta os inúmeros benefícios decorrentes da aplicação de TIC na construção, existindo contudo um compromisso de sustentabilidade da implementação de TIC na indústria da construção. Bowden (2006) reporta vários *Case Studies*:

“Rosser and Russell implementou um sistema de GPRS conectado a PDA’s para distribuir ordens de trabalho e recolher informação do progresso dos seus engenheiros de manutenção. Houve um decréscimo substancial na administração necessária para gerir as operações de manutenção. A recuperação deste investimento está estimada em 10 meses; Biwater implementou uma frota de sistemas de gestão utilizadoras de localizadores GPS. Esta acção permitiu-lhes monitorizar em tempo real a localização das suas equipas de manutenção. Os tempos de resposta foram reduzidas, uma vez que a equipa mais perto do incidente pode ser localizada e instruída. A Logística necessária reduziu, reduzindo portanto os custos de combustível (e de manutenção) da frota. A Biwater estima recuperar o investimento em 7 meses.”

A forma como indústria da construção se irá adaptar às solicitações do mercado e novas potencialidades no que respeita à implementação de TIC, permanece ainda algo incógnita. Se por um lado são cada vez mais presentes as vantagens deste investimento, por outro procuram-se ainda as razões pelas quais esta indústria permanece algo estagnada em relação às demais. Ao que parece, o futuro residirá na busca de um modelo estrutural unificador, uma referência que transmita confiança aos gestores, assente em modelos empíricos capazes de demonstrar as potencialidades da implementação de recursos tecnológicos.

3. Metodologia

3.1 Processo de Investigação

O presente estudo pretendia investigar e caracterizar a utilização de TIC nas empresas de construção portuguesas, baseado no tratamento de dados estatísticos recolhidos de uma amostra representativa do universo do sector em Portugal. Contudo, uma extensa pesquisa bibliográfica, focada nas mais recentes investigações no que a este tema diz respeito, conduziu o estudo para um tema central, e de maior utilidade prática para futuras decisões de investimento.

É importante que a gestão de topo conheça as consequências da implementação de TIC na sua empresa. Como tal, este estudo teve como base investigar se a utilização de TIC tem algum impacto no desempenho de uma empresa de construção. Pretendeu-se que esta análise estabelecesse a base de uma linha de investigação, fornecendo informação relevante acerca das áreas da indústria onde as TIC poderão ter uma influência significativa, permitindo a criação de um modelo de implementação de tecnologia nas empresas de construção.

Nesse sentido, foi desenvolvido um processo de investigação com base no estudo realizado por O'Connor *et al.* (2000), tendo várias pesquisas seguido posteriormente a sua metodologia e obtido resultados bastante concretos. Como tal, pretendeu-se medir o grau de tecnologia utilizado pelas empresas, e relacioná-lo com factores de sucesso das mesmas, buscando-se áreas comuns do processo produtivo da indústria onde a implementação de TIC pode trazer benefícios significativos.

Duas importantes alterações foram impostas nesta investigação, em relação ao estudo original, que se prendem essencialmente com a intenção de otimizar a integridade dos dados recolhidos. Na literatura internacional, a recolha dos dados de utilização de tecnologia era feita de uma forma específica, onde se pedia ao respondente que se lembrasse do último projecto concluído pela sua empresa, e indicasse se este tinha obtido satisfação por parte das entidades intervenientes (Dono de Obra, Gabinete de Projectos, Empreiteiro Geral, Subempreiteiro, etc.), bem como os resultados em termos de custos, planeamento e segurança. Este facto poderia originar uma tendência para o respondente registar um projecto com resultados mais positivos, apesar dos processos tecnológicos serem no seu modo geral semelhantes dentro de cada empresa, o que originaria um enviesamento do estudo estatístico. Perante esta possibilidade, optou-se por avaliar o desempenho da empresa no seu todo,

perguntando apenas percentagens de sucesso das empresas definidos por parâmetros de custo, planeamento, segurança e qualidade.

Por outro lado, os estudos anteriores pediam ao respondente que classificasse um número de funções de trabalho relacionadas com a actividade característica de uma empresa de construção, com o nível de tecnologia empregue.

Neste processo poderia existir uma dificuldade por parte do respondente em relacionar os níveis de tecnologia com o método produtivo da empresa. Isto porque os vários estudos realizados anteriormente consideraram três níveis (O'Connor *et al.* 2000, O'Connor e Yang 2004, O'Connor *et al.* 2006), ou cinco níveis (Kang *et al.* 2008). Perante um leque de respostas ímpar e em caso de dúvida, o respondente tende a decidir-se por uma resposta intermédia, facto que enviesaria o estudo. Como tal, nesta investigação foram propostos quatro níveis de utilização de tecnologia, e procuraram-se definições para cada um que os tornasse significativamente distintos.

A pesquisa foi dividida em quatro fases. Na primeira fase, foi definido o objectivo e desenvolvida a ferramenta de recolha de informação (*vd* Anexo – Ferramenta de Recolha de Informação), através da elaboração de um questionário baseado na metodologia de estudo. A segunda fase envolveu a recolha de informação, tratamento, e realização de uma base de dados. A terceira fase consistiu em desenvolver uma descrição estatística da informação com base na ferramenta informática *Statistical Package for the Social Sciences* (SPSS) versão 17.0. Na última fase, os impactos da utilização de tecnologia no sucesso de um projecto foram investigados e formularam-se conclusões com base na análise dos resultados obtidos. A Figura 3.1 ilustra uma síntese do processo de investigação.

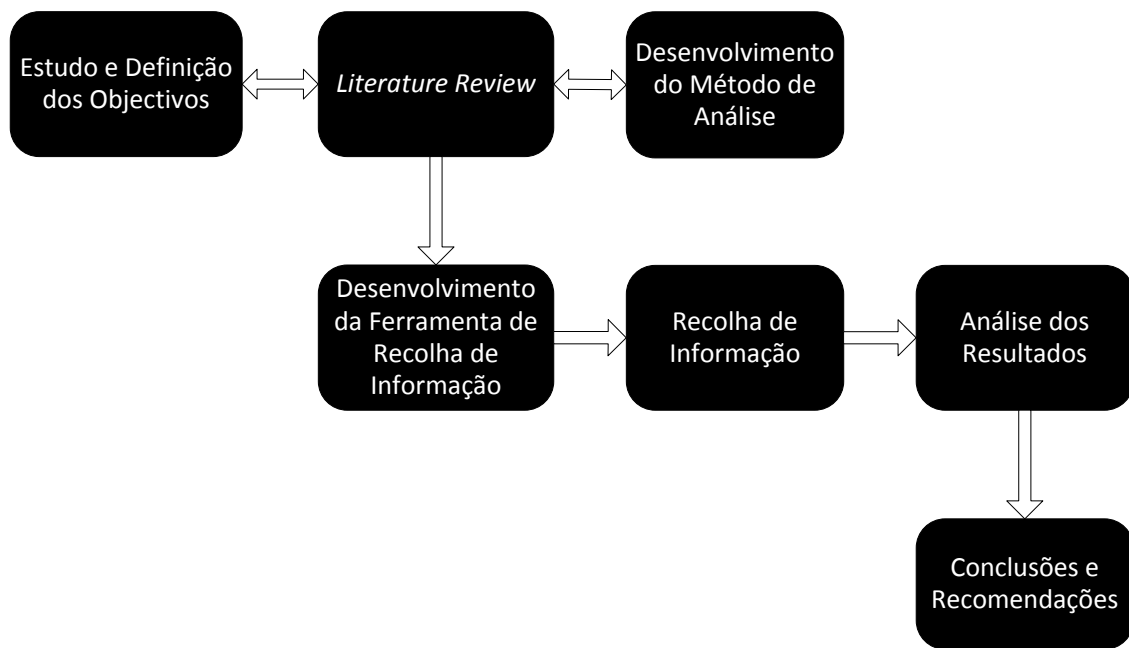


Figura 3.1 – O Processo de Investigação

Este estudo foi desenvolvido com o propósito de medir o grau de utilização de TIC nas empresas de construção portuguesas e o impacto decorrente desta associação no sucesso das mesmas. Com este objectivo presente, o processo de criação da ferramenta de recolha de informação desenvolveu-se no sentido de extrair uma quantidade de dados que permitisse uma análise sólida e uma consequente inferência significativa.

3.2 Informação do Participante

O questionário iniciou-se com um grupo destinado à informação do participante. Para além dos contactos habituais, perguntou-se ao respondente qual a sua posição dentro da empresa, oferecendo cinco opções:

- Gestão de topo (Gerência, Administração, Direcção Geral);
- Direcção de Departamento
- Direcção de Obra
- Técnico
- Outro

Esta secção pretendeu caracterizar a perspectiva do participante dentro da empresa, garantindo que todos os respondentes eram conhecedores dos processos de produção e actividades das empresas que representam, produzindo resultados de utilização de tecnologia fidedignos. Tendo presente a importância desta condição, questionou-se ainda a antiguidade do respondente na empresa, oferecendo como alternativas <5 anos, 5-10 anos, 10-20 anos e >20 anos. No final, 31% dos respondentes desempenhavam funções de Gestão de Topo, 47% dirigiam um Departamento da empresa, 19% eram Directores de Obra e os restantes 3% desempenhavam funções técnicas. Por outro lado, 16% dos respondentes encontravam-se há menos de cinco anos na empresa, 22% entre cinco a dez anos, 56% entre dez e vinte anos e os restantes 6% há mais de vinte anos.

3.3 Informação da Empresa

O questionário pediu ao participante que fornecesse informações gerais sobre a sua empresa. Numa primeira fase incidiu-se sobre a dimensão da empresa, obtendo-se as duas primeiras variáveis chave de investigação:

- ***Número médio de trabalhadores presentes na folha de pagamento:*** Oferecendo três hipóteses: <50, 50-500 e >500. Esta secção constituiu uma abordagem à dimensão da empresa em termos de recursos humanos;
- ***Volume médio de facturação anual:*** Oferecendo igualmente três hipóteses: <2.500.000€, 2.500.000€-10.000.000€ e >10.000.000€. Deste modo pretendeu-se obter uma visão da dimensão da empresa em termos de volume de negócios.

3.4 Desempenho da Empresa

Nesta secção pretendeu-se obter informação referente aos resultados da Empresa decorrentes da sua actividade em projectos de construção concluídos, com Recepção Provisória em 2008. Obtiveram-se então quatro variáveis que serviram para construir o *Índice de Desempenho da Empresa*:

- ***Desempenho de Custos:*** Percentagem de obras concluídas onde o custo total foi inferior ou igual ao orçamento inicial, oferecendo cinco hipóteses: <20%, 20%-40%, 40%-60%, 60%-80% e >80%.

- ***Desempenho de Planeamento:*** Percentagem de obras concluídas dentro do prazo previsto, oferecendo cinco hipóteses: <20%, 20%-40%, 40%-60%, 60%-80% e >80%.
- ***Desempenho de Segurança:*** Percentagem de obras concluídas sem acidentes de trabalho reportados, oferecendo cinco hipóteses: <20%, 20%-40%, 40%-60%, 60%-80% e >80%.
- ***Desempenho de Qualidade:*** Número de Não Conformidades detectadas na Empresa em auditorias internas e externas no ano de 2008 (apenas para Empresas com Sistema de Gestão de Qualidade certificado pela norma ISO 9001), oferecendo cinco hipóteses: <3, 4-6, 7-9, 10-12 e >12.

Pretendeu-se obter uma variável associada ao sucesso de cada empresa. Como tal, neste estudo foi definido o *Índice de Desempenho da Empresa Absoluto*:

$$IDEA = \sum RID / (NID + 1) \quad (3.1)$$

onde IDEA representa o Índice de Desempenho da Empresa Absoluto, RID representa o resultado de cada indicador de desempenho da Empresa, e NID é o número de respostas válidas para os três primeiros indicadores de desempenho (*Desempenho de Custos*, *Desempenho de Planeamento* e *Desempenho de Segurança*). Para estes indicadores, os resultados foram pontuados proporcionalmente às percentagens respondidas, variando de 1 a 5. No caso do indicador *Desempenho de Qualidade*, a relação será inversamente proporcional ao número de Não Conformidades registadas, variando de 1 a 5. De notar que no denominador da equação do IDEA foi sempre contabilizado o indicador de *Desempenho de Qualidade*. Este facto serviu para sobrevalorizar as Empresas com Sistema de Gestão de Qualidade (SGQ). No caso de uma Empresa não possuir um SGQ, considerou-se o indicador de *Desempenho de Qualidade* nulo. Para transformar este índice num resultado mais familiar compreendido entre 0 e 10, o *Índice de Desempenho da Empresa* foi calculado do seguinte modo:

$$IDE = 2,3529 (IDEA - 0,75) \quad (3.2)$$

onde IDE representa o *Índice de Desempenho da Empresa* e IDEA é o *Índice de Desempenho da Empresa Absoluto*, descrito acima.

3.5 Medidas de utilização de tecnologia

Para este estudo, os processos de produção e gestão de uma empresa de construção foram estruturados em quatro fases: *Fase de Concurso*, *Preparação da Obra*, *Execução da Obra* e *Gestão Corrente da Empresa*. De notar que a fase de Construção foi dividida em *Preparação da Obra* e *Execução da Obra*, como forma de estabelecer uma distinção clara entre tarefas que requerem um processamento de informação com outras que envolvem actividades directas em obra. Cada fase é composta por funções de trabalho, que se assumiu que tenham um impacto substancial na actividade de uma empresa de construção. As funções de trabalho são apresentadas e descritas na Tabela 3.1:

Tabela 3.1 – As Funções de Trabalho

Fase	Descrição da Função de Trabalho	Fase	Descrição da Função de Trabalho
1	Levantamento de erros e omissões a partir da análise do projecto	3	Actualização do progresso da produção
1	Processamento de Trabalhos a Mais	3	Distribuição, localização e estado de ferramentas e Equipamentos de Protecção Individual
1	Importação do Mapa de Quantidade de Trabalhos para a orçamentação	3	Correspondência e comunicação entre as partes envolvidas (fiscalização – empreiteiro – dono de obra – projectistas)
1	Gestão e monitorização dos Fornecedores (qualidade, preço e cumprimento de prazos)	3	Introdução de partes diárias (folha de ponto de pessoal, equipamentos e materiais utilizados)
1	<i>Procurement</i> — Desenvolvimento e comunicação de propostas a fornecedores	3	Transmissão de ordens de trabalho e respostas a questões para o terreno
1	Preparação e envio de desenhos de pormenores a fornecedores e subempreitadas	3	<i>Feedback</i> das equipas em obra e subempreitadas acerca do efeito da mudança de planos no andamento da obra
1	Importação dos preços dos fornecedores e subempreitadas para a orçamentação	3	Elaboração de Autos de Medição
1	Reorçamentação	3	Controlo de Produção (Previsto/Realizado)
1	Ajuste de coeficientes de venda face à análise do projecto (Estratégia Comercial)	3	Controlo de entradas e saídas na obra (pessoal, material e equipamento)
1	Elaboração do planeamento prévio	4	Condução de Acções de Formação
2	Aquisição e armazenamento de informação relativa ao local de elaboração da obra	4	Utilização do histórico das obras no aperfeiçoamento dos técnicos
2	Desenvolvimento do planeamento de obra	4	Gestão da Manutenção de obras (avaliação, documentação e planeamento)
2	Controlo de custos em obra	4	Actualização dos dados para orçamentação
2	Gestão de fornecimentos	4	Monitorização e análise dos históricos de manutenção dos equipamentos
2	Desenvolvimento dum plano de recuperação em casos emergentes (novo planeamento)	4	Avaliação e controlo do impacte ambiental da empresa (ex: qualidade do ar e/ou água)
2	Gestão documental do projecto (peças desenhadas e escritas; verificação e actualização de versões)	4	Monitorização dos custos correntes da Empresa (Sede, Rendas, Seguros, etc.)
2	Aquisição e armazenamento de ensaios laboratoriais	4	Utilização de ERP's (software de contabilidade, gestão de salários, etc.)
2	Monitorização da qualidade	4	Processamento de salários
2	Controlo da entrada e saída de material no armazém (central e/ou obra)	4	Gestão de Recursos Humanos (Segurança social, documentação de trabalhadores não-nacionais, etc.)
2	Preparação de rotas de transporte e recepção de material importante em obra	4	Processamento de Contabilidade e Facturação
3	Avaliação das condições de subsolo na obra		

Foram incluídos dois tipos de funções de trabalho neste estudo: *funções de automatização* e *funções de integração*. As primeiras referem-se às tarefas onde é usado algum tipo de automatização (ex. o uso de uma ferramenta informática para manipular informação ou criar um produto). As tarefas de Integração têm como objectivo a troca de informação entre tarefas (Partilha de informação entre participantes). A tabela 3.2 descreve as funções de trabalho e classifica-as quanto ao seu tipo:

Tabela 3.2 – Classificação de Funções de Trabalho quanto ao seu tipo

ID da Questão	Descrição	Classificação	
		Automatização	Integração
1.01	Levantamento de erros e omissões a partir da análise do projecto	X	
1.02	Processamento de Trabalhos a Mais	X	
1.03	Importação do Mapa de Quantidade de Trabalhos para a orçamentação	X	
1.04	Gestão e monitorização dos Fornecedores (qualidade, preço e cumprimento de prazos)	X	
1.05	<i>Procurement</i> — Desenvolvimento e comunicação de propostas a fornecedores		X
1.06	Preparação e envio de desenhos de pormenores a fornecedores e subempreitadas		X
1.07	Importação dos preços dos fornecedores e subempreitadas para a orçamentação		X
1.08	Reorçamentação	X	
1.09	Ajuste de coeficientes de venda face à análise do projecto (Estratégia Comercial)	X	
1.10	Elaboração do planeamento prévio	X	
2.01	Aquisição e armazenamento de informação relativa ao local de elaboração da obra		X
2.02	Desenvolvimento do planeamento de obra	X	
2.03	Controlo de custos em obra	X	
2.04	Gestão de fornecimentos	X	
2.05	Desenvolvimento dum plano de recuperação em casos emergentes (novo planeamento)	X	

ID da Questão	Descrição	Classificação	
		Automatização	Integração
2.06	Gestão documental do projecto (peças desenhadas e escritas; verificação e actualização de versões)	X	
2.07	Aquisição e armazenamento de ensaios laboratoriais		X
2.08	Monitorização da qualidade	X	
2.09	Controlo da entrada e saída de material no armazém (central e/ou obra)		X
2.10	Preparação de rotas de transporte e recepção de material importante em obra		X
3.01	Avaliação das condições de subsolo na obra	X	
3.02	Actualização do progresso da produção	X	
3.03	Distribuição, localização e estado de ferramentas e Equipamentos de Protecção Individual		X
3.04	Correspondência e comunicação entre as partes envolvidas (fiscalização – empreiteiro – dono de obra – projectistas)		X
3.05	Introdução de partes diárias (folha de ponto de pessoal, equipamentos e materiais utilizados)	X	
3.06	Transmissão de ordens de trabalho e respostas a questões para o terreno		X
3.07	<i>Feedback</i> das equipas em obra e subempreitadas acerca do efeito da mudança de planos no andamento da obra		X
3.08	Elaboração de Autos de Medição	X	
3.09	Controlo de Produção (Previsto/Realizado)	X	
3.10	Controlo de entradas e saídas na obra (pessoal, material e equipamento)	X	
4.01	Condução de Acções de Formação	X	
4.02	Utilização do histórico das obras no aperfeiçoamento dos técnicos	X	
4.03	Gestão da Manutenção de obras (avaliação, documentação e planeamento)	X	
4.04	Actualização dos dados para orçamentação	X	
4.05	Monitorização e análise dos históricos de manutenção dos equipamentos	X	
4.06	Avaliação e controlo do impacte ambiental da empresa (ex: qualidade do ar e/ou água)	X	

ID da Questão	Descrição	Classificação	
		Automatização	Integração
4.07	Monitorização dos custos correntes da Empresa (Sede, Rendas, Seguros, etc.)	X	
4.08	Utilização de ERP's (software de contabilidade, gestão de salários, etc.)	X	
4.09	Processamento de salários	X	
4.10	Gestão de Recursos Humanos (Segurança social, documentação de trabalhadores não-nacionais, etc.)	X	
4.11	Processamento de Contabilidade e Facturação	X	

Ao todo, e depois de verificar a adequabilidade das funções ao sector da construção português, obtiveram-se 41 funções distribuídas pelas quatro fases da actividade de uma empresa de construção, onde se questionou o grau de utilização de TIC. Aos participantes foi pedido que indicassem o grau de utilização de TIC em cada função de trabalho. Ao contrário dos anteriores estudos presentes na literatura, nesta pesquisa optou-se por incluir quatro opções em vez de três, seguindo as recomendações de O'Connor e Yang (2004). Desta forma evita-se a tendência de escolher a resposta intermédia, obtendo-se dados mais precisos. Em seguida apresentam-se os quatro níveis opcionais de utilização de tecnologia:

- **Nível 1** – Nenhuma ferramentas informáticas são utilizadas. Por exemplo, a informação é conduzida verbalmente ou em papel e transmitida via correio, telefone ou fax.
- **Nível 2** – Apenas os recursos electrónicos mais simples e não específicos são usados na execução das tarefas. A informação é armazenada em papel e transmitida via correio, telefone ou fax.
- **Nível 3** – Ferramentas electrónicas específicas desempenham um papel determinante na execução de funções de trabalho, mas o trabalho desenvolvido por recursos humanos ainda domina. A informação é armazenada em formatos electrónicos *stand-alone* e transmitida através de discos de memória informáticos ou *attachments* de *e-mail*.
- **Nível 4** – Embora ainda participem recursos humanos, os sistemas automatizados na sua totalidade ou quase, desempenham um papel dominante. A informação é armazenada num sistema de rede acessível por todos os participantes autorizados.

Juntamente, foram incluídas as opções de *Não Aplicável* e *Não Sei*. Os participantes foram encorajados a responder honesta e informadamente.

3.6 Parâmetros de utilização de tecnologia

As medidas de utilização de tecnologia analisadas incluem *Nível de Fase*, *Nível de Projecto*, *Nível de Automatização de Tarefas* (utilização de tecnologia automatizada), *Nível de Integração de Tarefas* (utilização de tecnologia integrada), as funções de *Indústria de Alta Tecnologia*, *Indústria de Média Tecnologia*, *Indústria de Baixa Tecnologia*, e o *Nível de Custo Crítico* e *Nível de Planeamento Crítico* (O'Connor et al.2000).

3.6.1 Utilização de Tecnologia por fases da actividade da Empresa

O nível de fase é uma medida de tecnologia usada numa fase de projecto. De modo a determinar se a informação associada a uma determinada fase da actividade da Empresa era representativa, um máximo de 30% de respostas “*Não Sei*” foi estabelecido para todas as funções de trabalho pertencentes à mesma fase como critério de aceitação. A equação para a *Taxa de Resposta de Fase* associada à actividade da Empresa é:

$$TRF = (NFT + RNA) / (NFT + RNA + RNS) \quad (3.3)$$

onde TRF é a taxa de resposta de fase, NFT é o número de funções de trabalho de cada fase com respostas de 1, 2, 3 ou 4, RNA é o número de respostas *Não Aplicável* para cada fase, e RNS é o número de respostas *Não Sei* em cada fase.

Para qualquer função de trabalho, o correspondente nível de tecnologia de 1, 2, 3 ou 4 foi estabelecido como *Resultado das Funções de Trabalho*. Foi posteriormente calculado o *Índice TIC de Fase Absoluto*, que permite igualar o peso de todos os *Resultados das Funções de Trabalho*:

$$ITFA = \sum RFT/NFT \quad (3.4)$$

onde ITFA é o *Índice TIC de Fase Absoluto*, RFT é resultado de cada função de trabalho, e NFT é o número de funções de trabalho com respostas de 1, 2, 3, 4 ou *Não Aplicável*. De notar que nos casos onde uma função de trabalho apresentou uma resposta *Não Aplicável*, considerou-se o valor desta nulo, o que consequentemente contribuiu para o decréscimo do valor de ITFA, e subvalorizou os resultados de utilização de tecnologia das empresas sem aplicação em alguma das funções de trabalho consideradas. Para transformar

este índice num resultado mais familiar compreendido entre 0 e 10, o Índice TIC de Fase Absoluto foi calculado do seguinte modo:

$$ITF = 3,3333 (ITFA - 1) \quad (3.5)$$

onde ITF representa o *Índice TIC de Fase* e ITFA é o *Índice TIC de Fase Absoluto*.

Neste estudo, a primeira e a última fase (Fase de Concurso e Gestão Corrente da Empresa) foram desenvolvidas para medir o nível de tecnologia usado na gestão de informação, pretendendo-se que a segunda e terceira fase demonstrem a utilização da tecnologia ao nível da frente de obra.

3.6.2 Utilização de Tecnologia na actividade da Empresa

O *Índice TIC da Empresa* foi definido como a quantidade média de integração e automatização entre as várias fases do projecto (Yang *et al.* 2007). De modo a construir o *Índice TIC da Empresa*, foi estabelecido que cada Empresa deveria ter pelo menos dois dos quatro *Índices TIC de Fase* (respeitando sempre a regra de aceitação máxima de 30% de respostas “*Não Sei*”). Além deste facto, pelo menos uma das fases teria de pertencer ao grupo de Preparação da Obra ou Execução da Obra. Este critério serviu para assegurar que os valores do Índice TIC de Projecto reflectiam as actividades ligadas à construção, de interesse primordial para a investigação. O índice é então calculado por:

$$ITE = \sum ITF / NF \quad (3.6)$$

Onde ITE é o *Índice TIC da Empresa*, ITF é o *Índice TIC de Fase* e NF constitui o número de fases.

3.6.3 Utilização de Tecnologia de Integração e Automatização

O *Índice de Automatização da Empresa* é uma medida do nível de tecnologia usado numa função de trabalho de automatização de um projecto. O *Índice de Integração da Empresa* é uma medida do nível de integração usado numa função de trabalho. Estes conceitos de tarefa de automatização e tarefa de integração foram já descritos anteriormente. Estes dois índices constituem uma média calculada de valores da escala 1-2-3-4-“*Não Aplicável*” associada às várias funções de trabalho de automatização e de integração constituintes de uma única fase de projecto, convertidas posteriormente em valores

compreendidos entre 0 e 10. Nenhuma restrição foi imposta a este cálculo. Como tal, o *Índice de Automatização da Empresa* é definido por:

$$IAE = 3,3333 ((\sum RFA/NFA) - 1) \quad (3.7)$$

Onde IAE representa o *Índice de Automatização da Empresa*, RFA é o resultado de cada função de automatização (1, 2, 3, 4 ou “*Não Aplicável*”) e NFA representa o número de funções de automatização.

De uma forma semelhante, o *Índice de Integração da Empresa* é definido por:

$$IIE = 3,3333 ((\sum RFI/NFI) - 1) \quad (3.8)$$

Onde IIE representa o *Índice de Integração da Empresa*, RFI é o resultado da cada função de integração e NFI representa o número de funções de integração.

3.6.4 Utilização de Tecnologia nas várias funções de trabalho da indústria

As medidas de utilização de tecnologia são baseadas em 41 funções de trabalho comuns a todas as empresas. As 10 funções de trabalho que empregaram os níveis mais altos de tecnologia na indústria foram definidas como funções de trabalho alta tecnologia da indústria. O *Índice de Alta Tecnologia* é uma medida do progresso geral na automatização das funções de trabalho de alta tecnologia:

$$IAT = 3,3333 ((\sum RFHT/NFHT) - 1) \quad (3.9)$$

Onde IAT representa o *Índice de Alta Tecnologia* da empresa, RFAT é o resultado de cada função de alta tecnologia e NFAT representa o número de funções de alta tecnologia.

Igualmente, as 10 funções de trabalho que empregaram níveis médios de utilização de tecnologia foram definidas como funções de trabalho de média tecnologia. O *Índice de Média Tecnologia* é uma medida da extensão geral de funções de trabalho que empreguem funções de trabalho de média tecnologia:

$$IMT = 3,3333 ((\sum RFMT/NFMT) - 1) \quad (3.10)$$

Onde IMT representa o *Índice de Média Tecnologia* da empresa, RFMT é o resultado de cada função de média tecnologia e NFMT representa o número de funções de média tecnologia.

Finalmente, as 10 funções de trabalho que empregaram os níveis inferiores de tecnologia foram definidas como funções de trabalho *de baixa tecnologia*. O *Índice de Baixa Tecnologia* é uma medida da extensão geral de funções de trabalho de baixa tecnologia.

$$IBT = 3,3333 ((\sum RFLT/NFLT) - 1) \quad (3.11)$$

Onde IBT representa o *Índice de Baixa Tecnologia* da empresa, RFBT é o resultado de cada função de baixa tecnologia e NFBT representa o número de funções de baixa tecnologia.

Estes Índices de projecto foram tratados de modo a igualar o peso de todas as funções de trabalho associadas e posteriormente convertidas em resultados de 0 a 10.

3.6.5 Utilização de funções de trabalho de custo/planeamento crítico

O *Índice de Custo Crítico* é uma medida da extensão geral de automatização nas funções de trabalho onde se julga que o desempenho dos custos é sensível. Estas funções de trabalho que envolvem valores financeiros significativos e/ou são funções de trabalho associadas com o controle de custos. De igual modo, o *Índice de Planeamento Crítico* é uma medida geral da extensão da automatização das funções de trabalho onde o desempenho do planeamento é considerado sensível. Estas funções de trabalho envolvem durações significativas e são associadas ao controle do planeamento. Estes índices foram processados de modo a igualar o peso de todas as funções de trabalho associadas e posteriormente convertidas em resultados de 0 a 10. As tabelas 3.3 e 3.4 descrevem respectivamente as funções de trabalho consideradas sensíveis aos custos e ao planeamento.

Tabela 3.3 – Funções de Trabalho de Custo Crítico

ID da Questão	Descrição da Função de Trabalho
1.04	Gestão e monitorização dos Fornecedores (qualidade, preço e cumprimento de prazos)
1.09	Ajuste de coeficientes de venda face à análise do projecto (Estratégia Comercial)
2.03	Controlo de custos em obra
2.09	Controlo da entrada e saída de material no armazém (central e/ou obra)
3.05	Introdução de partes diárias (folha de ponto de pessoal, equipamentos e materiais utilizados)
3.08	Elaboração de Autos de Medição
3.09	Controlo de Produção (Previsto/Realizado)
4.07	Monitorização dos custos correntes da Empresa (Sede, Rendas, Seguros, etc.)
4.09	Processamento de salários
4.11	Processamento de Contabilidade e Facturação

Tabela 3.4 – Funções de Trabalho de Planeamento Crítico

ID da Questão	Descrição da Função de Trabalho
1.10	Elaboração do planeamento prévio
2.02	Desenvolvimento do planeamento de obra
2.05	Desenvolvimento dum plano de recuperação em casos emergentes (novo planeamento)
2.10	Preparação de rotas de transporte e recepção de material importante em obra
3.06	Transmissão de ordens de trabalho e respostas a questões para o terreno
3.07	<i>Feedback</i> das equipas em obra e subempreitadas acerca do efeito da mudança de planos no andamento da obra

Como tal,

$$ICC = 3,3333 ((\sum RFCC/NFCC) - 1) \quad (3.12)$$

Onde ICC representa o *Índice Custo Crítico* da empresa, RFCC é o resultado de cada função de custo crítico e NFCC representa o número de funções de custo crítico.

De uma forma semelhante:

$$ICC = 3,3333 ((\sum RFCC/NFCC) - 1) \quad (3.13)$$

Onde IPC representa o *Índice Planeamento Crítico* da empresa, RFPC é o resultado de cada função de planeamento crítico e NFPC representa o número de funções de planeamento crítico.

3.7 Hipóteses de Pesquisa

Após a geração e análise dos dados estatísticos, foram formuladas hipóteses de pesquisa para testar a relevância estatística das relações criadas. A tabela 3.5 expõe as hipóteses de pesquisa que pretendem associar a utilização de TIC na nas actividades correntes de uma empresa de construção ao seu sucesso.

Tabela 3.5 – As Hipóteses de Pesquisa

Número	Hipóteses
H1	Os níveis de utilização de tecnologia numa empresa estão positivamente associados aos níveis de desempenho considerados: Custos, Planeamento, Segurança e Qualidade.
H2	Os níveis de utilização de tecnologia numa empresa estão positivamente associados ao número médio de trabalhadores da empresa.
H3	Os níveis de utilização de tecnologia numa empresa estão positivamente associados ao volume de negócios da empresa.
H4	Os níveis de tecnologia usados na fase 1 (Fase de Concurso) de uma empresa estão positivamente associados aos níveis de desempenho considerados: Custos, Planeamento, Segurança e Qualidade.
H5	Os níveis de tecnologia usados na fase 2 (Preparação da Obra) de uma empresa estão positivamente associados aos níveis de desempenho considerados: Custos, Planeamento, Segurança e Qualidade.
H6	Os níveis de tecnologia usados na fase 3 (Execução da Obra) de uma empresa estão positivamente associados aos níveis de desempenho considerados: Custos, Planeamento, Segurança e Qualidade.
H7	Os níveis de tecnologia usados na fase 4 (Gestão Corrente da Empresa) de uma empresa estão positivamente associados aos níveis de desempenho considerados: Custos, Planeamento, Segurança e Qualidade.
H8	Os níveis de utilização de tecnologia em funções de automatização de uma empresa estão positivamente associados aos níveis de desempenho considerados: Custos, Planeamento, Segurança e Qualidade.
H9	Os níveis de utilização de tecnologia em funções de integração de uma empresa estão positivamente associados aos níveis de desempenho considerados: Custos, Planeamento, Segurança e Qualidade.
H10	Os níveis de utilização de tecnologia em funções de custo crítico de uma empresa estão positivamente associados aos níveis de desempenho nos Custos.
H11	Os níveis de utilização de tecnologia em funções de planeamento crítico de uma empresa estão positivamente associados aos níveis de desempenho no Planeamento.
H12	Os níveis de utilização de tecnologia em funções de alta tecnologia de uma empresa estão positivamente associados aos níveis de desempenho considerados: Custos, Planeamento, Segurança e Qualidade.
H13	Os níveis de utilização de tecnologia em funções de média tecnologia de uma empresa estão positivamente associados aos níveis de desempenho considerados: Custos, Planeamento, Segurança e Qualidade.
H14	Os níveis de utilização de tecnologia em funções de baixa tecnologia de uma empresa estão positivamente associados aos níveis de desempenho considerados: Custos, Planeamento, Segurança e Qualidade.
H15	Os níveis de utilização de tecnologia numa empresa estão positivamente associados aos níveis de desempenho na Segurança.
H16	Os níveis de utilização de tecnologia numa empresa estão positivamente associados aos níveis de desempenho na Qualidade.

3.8 Universo e Amostra

Deste estudo, pretendeu-se que fosse representativo da realidade do sector da construção nacional, usando para esse fim um processo de amostragem aleatória. Devido às suas bases teóricas, apoiadas na teoria das probabilidades, a amostragem aleatória tem sido adoptada em variadíssimas áreas do conhecimento, podendo ser medido e controlado o grau de confiança associado aos resultados obtidos. Do mesmo modo, pode ser evitado qualquer enviesamento provocado por uma escolha dirigida dos respondentes, uma vez que o processo de selecção é casual e mecânico a partir de uma listagem de todos os indivíduos. No entanto, deverão ser também referidas as dificuldades em recolher uma amostra aleatória. Para além do desafio de recolher uma listagem completa e fiável da população a inquirir, existe ainda o problema das não-respostas. Depois de definidos os respondentes, as não-respostas resultam numa importante fonte de enviesamento.

Existem 24254 empresas de construção em Portugal detentoras de Alvará de Construção (INCI, 2009). Como tal, dada a dimensão do Universo, uma abordagem estatística por meio de uma amostra aleatória com intervalo de confiança de 95% e margem de erro de 5%, necessitaria de um número superior a 300 empresas, à qual seria necessário obter uma taxa de resposta de 100% para garantir a representatividade estatística do estudo.

Decidiu-se então compor uma amostra estratificada. Esta obtém-se separando os elementos da população alvo em grupos exclusivos denominados estratos, seleccionando uma amostra aleatória simples dentro de cada um. Este método permite, no caso de se conhecerem algumas características do universo, obter resultados com custos inferiores, em menor tempo e com menor possibilidade de erro.

Um processo ideal de estratificação seria representar cada estrato na amostra proporcionalmente ao seu tamanho na população total. Contudo, além da limitação dos recursos disponíveis para este estudo, levantou-se ainda o problema da dimensão de alguns estratos. Segundo o Instituto da Construção e do Imobiliário (INCI, 2009), existem 86 empresas de construção com a classe máxima de alvará de 9, contra 14958 empresas com classe máxima de alvará de 1. Uma amostra estratificada proporcionalmente pelas 9 classes de alvará com a dimensão da amostra em estudo ou seja, 90 empresas, teria 58 empresas com classe 1 de alvará, e apenas 1 empresa com classe máxima de 9, o que limitaria a fiabilidade do estudo. Por outro lado, não sendo o propósito desta investigação caracterizar o sector da construção português, mas sim estabelecer uma relação entre o nível de tecnologia utilizado

pelas empresas e o decorrente desempenho destas nos níveis de sucesso definidos, era importante existir uma amostra com grande dispersão de níveis tecnológicos, e desta forma obter curvas de funções tecnologia/desempenho com o máximo de continuidade.

Como tal, através do pedido ao Instituto Nacional de Estatística (INE) da repartição das sociedades para o Código de Actividade Económica (CAE) 45211 – Construção de Edifícios, pelos escalões de facturação anual, estudou-se uma amostra aleatória composta por 90 empresas, distribuídas pelos seguintes escalões de volume de negócios:

- 30 das maiores empresas nacionais, pertencentes ao escalão máximo nº 8 de volume de negócios (mais de 25.000.001€ de facturação anual).
- 30 empresas do escalão nº 6 de volume de negócios (entre 3.000.001€ e 5.000.000€ de facturação anual)
- 30 empresas do escalão nº 4 de volume de negócios (entre 500.001€ e 1.500.000€ de facturação anual)

Deste modo obteve-se uma amostra mais abrangente do universo das empresas de construção nacionais, tanto geograficamente como dimensionalmente, apresentando resultados de utilização de tecnologia e desempenhos bastante diferenciados.

A pesquisa tentou obter respostas representativas estabelecendo algumas regras de recolha de dados. Como tal, impôs-se limites máximos de funções de trabalho “Não Sei” permitidas para a inclusão na análise dos dados. Esta abordagem assegurou a obtenção de dados suficientes do total de cada empresa, como forma de alcançar uma visão geral do impacto da utilização de tecnologia numa empresa de construção.

4. Tratamento de Dados

Dada a dimensão da população investigada, este estudo usou dados estatísticos provenientes de um inquérito, formulando conclusões que ultrapassaram o âmbito das experiências efectuadas, ou seja, fazendo a extensão do particular para o geral, denominando-se este método por Inferência Indutiva. A Estatística Indutiva fornece as técnicas que permitem realizar as inferências indutivas e controlar e até medir o grau de incerteza que aquelas conclusões possam conter (Reis *et. al* 1997).

Este trabalho investigou hipotéticas relações entre níveis de utilização de tecnologia em empresas de construção portuguesas e os padrões de desempenho das mesmas. No domínio estatístico, as hipóteses formuladas são confrontadas com a evidência proveniente de amostras aleatórias. Neste sentido, houve a preocupação de recolher a informação mais pertinente e correcta de forma a minimizar os erros. No processo de decisão introduziu-se uma regra de procedimento que, face aos valores possíveis de obter para uma estimativa calculada a partir de uma amostra aleatória, indica se a hipótese nula deve ou não ser rejeitada, avaliando o erro associado. Conforme o tipo de população, o conhecimento da respectiva variância e a dimensão da amostra, assim se utilizou a estatística adequada e a correspondente distribuição amostral.

Para relacionar as diferentes variáveis, usaram-se principalmente o testes de correlação de Pearson, OneWay ANOVA, testes de comparação múltipla de Scheffé e Games-Howell , testes de Shapiro-Wilk, testes de Levene, e testes não-paramétricos de Kruskal-Wallis. Para os testes estatísticos foi adoptado um grau de confiança de 95%.

4.1 Teste de correlação de Pearson

Em Estatística, a correlação pertence a um vasto grupo de relações estatísticas entre duas variáveis aleatórias. Em geral, correlação pode ser interpretada como uma medida normalizada de covariância. Existem vários coeficientes de correlação, sendo um dos mais conhecidos, o coeficiente de correlação de Pearson, que é particularmente sensível a uma eventual dependência linear entre duas variáveis, fornecendo valores entre -1 e 1. De acordo com a convenção usual, quando calculado para uma população inteira, este teste de correlação designa-se por ρ . Por outro lado, quando adopta a designação de r implica que o teste foi calculado para uma amostra, de modo a fornecer uma estimativa para a população estudada, e adoptando a designação usual de r de Pearson.

O coeficiente de correlação de Pearson calcula-se segundo a seguinte fórmula:

$$r = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2} \cdot \sqrt{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2}} \quad (4.1)$$

onde X_1, X_2, \dots, X_n e Y_1, Y_2, \dots, Y_n são os valores medidos de ambas as variáveis. Para além disso:

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i \quad (4.2)$$

e,

$$\bar{y} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n y_i \quad (4.3)$$

são as médias aritméticas de ambas as variáveis. O teste de correlação de Pearson é definido apenas se ambas as variáveis possuírem um desvio padrão finito e diferente de 0. O coeficiente de correlação é simétrico ou seja, $\text{corr}(X, Y) = \text{corr}(Y, X)$.

O r de Pearson é igual a 1 nos casos onde existe uma dependência linear positiva entre as variáveis, -1 quando existe uma dependência linear negativa, e assume valores intermédios para todos os outros casos, indicando o grau de dependência linear entre as variáveis em estudo. No caso de as variáveis serem independentes, o r de Pearson adopta o valor 0, mas o inverso não é verdadeiro, pela possibilidade de existência de uma relação não-linear, e como tal deve ser investigado por outros meios. Suponhamos o caso onde exista uma variável aleatória X , simetricamente distribuída sobre 0, onde $Y = X^2$. O valor de Y é completamente determinado por X , sendo as variáveis X e Y perfeitamente dependentes, apesar de o valor do r de Pearson ser igual a 0. Este caso demonstra uma limitação do teste referido, pelo facto de apenas detectar dependências em variáveis definidas por uma função linear, sendo que na prática raramente se verifica este caso. Em particular, se a média condicional de Y dada por X , definida por $E(Y/X)$, é não-linear, o coeficiente de correlação não determina completamente a forma de $E(Y/X)$, sendo EX e EY os valores esperados de X e Y . Contudo, o coeficiente de Pearson produz valores compreendidos entre -1 e 1, e a proximidade aos valores limite atrás definidos fornece a força da correlação entre as variáveis estudadas, bem como a indicação do sinal da dependência. Para valores de r compreendidos entre -0,3 e 0,3 não se considera uma correlação significativa. Assim, analisando o gráfico de dispersão pontual para um caso particular, o valor do r de Pearson será tão mais próximo dos valores limite quanto os pontos definidos pela amostra se aproximam da sua regressão linear. Este é o motivo pelo qual se

deve analisar o gráfico de dispersão pontual juntamente com este teste. Para além do valor do r de Pearson, é necessário analisar a significância do teste. O resultado do teste computacional gera um nível de significância que deve ser inferior ao quantil de probabilidade $(1-\alpha)$ para se poder considerar um teste significativo, onde α é o intervalo de confiança estabelecido. De notar que o facto de alguns resultados presentes neste estudo apresentarem significâncias de 0,000 não significa que estas sejam nulas, mas que possuem uma dimensão inferior ao número de casas decimais definidas no estudo.

4.2 OneWay ANOVA

De um modo geral utiliza-se a análise de variância simples para testar se determinado factor independente, quando aplicado de modo diferente a várias populações, tem um efeito significativo sobre determinada variável dependente, ou seja, se faz com que as médias populacionais da variável dependente sejam diferentes para níveis do factor independente. Estes níveis são muitas vezes apelidados de níveis de tratamento.

Consideram-se k amostras independentes de populações X_1, X_2, \dots, X_k (ou de k grupos de uma mesma população). Sendo X_{ij} o valor observado para o indivíduo i ($i = 1, 2, \dots, n_j$) pertencentes à amostra j ($j = 1, 2, \dots, k$) e n_1, n_2, \dots, n_k a dimensão de cada uma das amostras, respectivamente. Admita-se ainda que as populações de onde se retiraram estas amostras seguem distribuições normais com variâncias desconhecidas mas iguais, isto é:

$$X_j \cap n (\mu_j, \sigma) \quad (j= 1, 2, \dots, k)$$

As hipóteses a testar são:

$$H_0: \mu_1 = \dots = \mu_k$$

$$H_1: \mu_r \neq \mu_j \text{ para algum par } (r, j) \text{ com } r \neq j$$

Ou seja, pretende-se testar a hipótese nula de igualdade de médias dos k grupos populacionais (e como tal generaliza o teste t de *Student* para mais do que dois grupos), contra a alternativa da existência de pelo menos dois grupos cujas médias sejam significativamente diferentes entre si. Para rejeitar a hipótese nula basta, portanto, que apenas duas médias o sejam. De referir que embora o método se apelide “análise de variância”, as hipóteses a testar respeitam às médias dos k grupos e não às variâncias. Estas últimas apenas são utilizadas para definir a estatística de teste. De facto, para encontrar esta estatística é necessário começar por decompor a variação total ou soma total de quadrados, numa soma de duas parcelas: a

variação explicada pelo factor independente e a variação devida ao erro, isto é, a parte da variação total não explicada pelo factor dependente. Como resultado deste processo, a soma total dos quadrados dos desvios dos valores observados em torno da média global,

$$SST = \sum_{j=1}^k \sum_{i=1}^{n_j} (X_{ij} - \bar{X})^2 \quad (4.4)$$

Pode ser decomposta em duas partes aditivas e independentes: a soma de quadrados devida aos erros, ou soma de quadrado *dentro* (*within*) dos grupos,

$$SSW = \sum_{j=1}^k \sum_{i=1}^{n_j} (X_{ij} - \bar{X}_j)^2 \quad (4.5)$$

E a soma de quadrados devida ao factor independente ou soma de quadrados *entre* (*between*) os grupos,

$$SSB = \sum_{j=1}^k n_j (\bar{X}_j - \bar{X})^2 \quad (4.6)$$

Isto é,

$$SST = SSW + SSB \quad (4.7)$$

De modo semelhante, os graus de liberdade associados à soma dos quadrados total ($n - 1$) podem ser decompostos em duas parcelas: graus de liberdade para soma dos quadrados dentro dos grupos, $(n - K)$, e para a soma de quadrados entre os grupos, $(k - 1)$. Deste modo,

$$(n - 1) = (n - k) + (k - 1) \quad (4.8)$$

Sendo $n = \sum_{j=1}^k n_j$, a dimensão total da amostra.

Basicamente, a análise da variância simples compara a soma de quadrados entre grupos (um indicador das diferenças entre grupos) com a soma dos quadrados dentro dos grupos (um indicador da variabilidade ou heterogeneidade existente dentro dos grupos), depois de divididas pelos respectivos graus de liberdade e que se denominam somas médias de quadrados (MSS). As hipóteses são testadas utilizando a seguinte estatística de teste:

$$T = \frac{\frac{SSB}{k-1}}{\frac{SSW}{n-k}} = \frac{MSSB}{MSSW} \cap F_{(k-1, n-k)} \quad (4.9)$$

Que, sob hipótese nula, segue uma distribuição F de Snedecor com $(k - 1, n - k)$ graus de liberdade, desde que satisfeitos os seguintes pressupostos:

Os conjuntos de observações para os k grupos constituem amostras aleatórias independentes entre si;

As populações de onde se retiraram as k amostras seguem distribuições normais com iguais variâncias.

Para determinado nível de significância α , a hipótese nula de igualdade de médias entre k grupos será rejeitada para valores da estatística do teste iguais ou superiores ao quantil de probabilidade $(1 - \alpha)$ da distribuição $F_{(k-1, n-k)}$ (Reis *et. al* 1997).

4.3 Testes de Scheffé e Games-Howell

Quando se rejeita a hipótese nula de igualdade de médias entre mais de dois grupos, significa que pelo menos dois dos grupos testados têm médias diferentes. Uma análise aos valores médios amostrais pode fornecer uma indicação dos grupos com diferentes médias. Contudo, esta observação apenas pode ser conclusiva quando mediante a aplicação de um tipo de ensaio que permita a comparação múltipla entre cada par de médias. O processo mais simples para responder a esta questão consiste em utilizar o teste *t* de *Student* para a igualdade de cada par de médias. Contudo, para além do grande inconveniente gerado pelo elevado número de testes a realizar, acresce a dificuldade adicional de não se conhecer com exactidão o nível de significância simultâneo devido à não dependência entre os vários testes. Estas constituem os principais motivos para a definição de ensaios de hipóteses simultâneos que permitem investigar onde se encontram as diferenças possíveis entre k médias populacionais, controlando simultaneamente o nível de significância. É a seguinte a estatística do teste de Scheffé:

$$T_s = \frac{|\bar{X}_i - \bar{X}_j|}{\sqrt{S^2 \left(\frac{1}{n_i} + \frac{1}{n_j} \right)}} \cap \sqrt{(k-1)F_{(k-1, n-k)}} \quad (4.10)$$

Sendo S^2 a variância total amostral, $F_{(k-1, n-k)}$ uma distribuição F com $(k-1, n-k)$ graus de liberdade e $F_{(1-\alpha)}$ o respectivo quantil de probabilidade $(1 - \alpha)$. As hipóteses nulas são rejeitadas quando,

$$T_s \geq \sqrt{(K-1)F_{(1-\alpha)}} \quad (4.11)$$

Ou ainda quando,

$$|\bar{X}_i - \bar{X}_j| \geq \sqrt{2(k-1)F_{(1-\alpha)}} \cdot \sqrt{\frac{S^2}{2}} \cdot \sqrt{\left(\frac{1}{n_i} + \frac{1}{n_j}\right)} \quad (4.12)$$

O teste de comparação múltipla de Games-Howell constitui uma modificação do método HSD de Tuckey, com ligeiras diferenças na estatística do teste, permitindo a análise de amostras com variâncias diferentes.

Qualquer dos testes anteriormente apresentados para a igualdade de médias em mais de dois grupos tem como pressuposto que as k amostras são retiradas de populações normalmente distribuídas e com iguais variâncias. A não ser que se conheçam as populações em estudo, também estes pressupostos têm de ser testados. O pressuposto da normalidade testou-se usando o teste não-paramétrico de Shapiro-Wilk, e para o teste à igualdade de variâncias entre k grupos usou-se o teste de Levene. Estes testes são apresentados em seguida.

4.4 Teste de Shapiro-Wilk

Alguns dos testes utilizados neste estudo partem de uma série pressupostos, sendo que um deles é o da normalidade ou seja, que as variáveis estudadas são provenientes de uma população com uma distribuição normal. Este pode ser confirmado através de um teste de ajustamento. De uma forma geral, coloca-se a questão:

Dada uma amostra aleatória (X_1, X_2, \dots, X_n) , retirada de uma população X , e uma certa função (densidade) de probabilidade teórica $f_0(x)$, pretende-se saber se a amostra pode ser considerada como proveniente de uma população com tal distribuição, isto é:

H_0 : A função (densidade) de probabilidade de X é $f_0(x)$;

H_1 : A função (densidade) de probabilidade de X não é $f_0(x)$.

Existem vários testes de ajustamento. Um dos mais conhecidos, o teste do Qui-Quadrado, está especialmente concebido para dados nominais. Quando os dados são ordinais, a informação relativa à ordem é perdida. O volume de informação perdida é ainda maior quando os dados são de natureza contínua, dado que é necessário proceder à classificação dos mesmos. O teste de Kolmogorov-Smirnov para uma amostra permite tomar em consideração a ordem inerente aos dados, o que é por si só uma vantagem. Embora não haja unanimidade neste aspecto, vários autores afirmam que o teste de K-S de ajustamento (assim designado abreviadamente) é provavelmente mais potente que o Qui-Quadrado, em muitas situações em

que muitos são aplicados (Reis *et. al* 1997). Por potência, entenda-se, considera-se a probabilidade de rejeitar a hipótese nula.

O teste de Shapiro-Wilk constitui um desenvolvimento do teste de K-S, mais preciso para uma amostra inferior a 50, como é o caso da amostra do presente estudo.

Este teste é baseado na seguinte fórmula:

$$W = \frac{(\sum_{i=1}^n a_i x_{(i)})^2}{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2} \quad (4.13)$$

Onde $x_{(i)}$ é o factor estatístico de iésima forma, ou seja, o iésimo número mais pequeno da amostra e $\bar{x} = (x_1 + \dots + x_n)/n$, é a média amostral.

As constantes a_i são dadas por,

$$(a_1, \dots, a_n) = \frac{m^T V^{-1}}{(m^T V^{-1} V^{-1} m)^{\frac{1}{2}}} \quad (4.14)$$

Onde $m = (m_1, \dots, m_n)^T$ e m_1, \dots, m_n são os valores esperados da ordem estatística, de variáveis independentes e igualmente distribuídas, pertencentes a uma distribuição normal, e V é a matriz de covariância destas ordens estatísticas. A hipótese nula, ou seja, que a amostra pertence a uma distribuição normal, pode ser rejeitada se W é inferior ao nível de significância α escolhido, neste caso a 0,05.

4.5 Teste de Levene

Este teste parte da construção de uma nova variável (D) cujos valores correspondem à diferença entre os valores observados para cada indivíduo (X_{ij}) e a média do grupo (\bar{X}_j) a que o indivíduo pertence:

$$D_{ij} = X_{ij} - \bar{X}_j \quad (4.15)$$

Sobre esta nova variável é aplicada uma análise de variância simples. A hipótese nula de igualdade de variâncias entre os k grupos será rejeitada quando o valor da estatística de teste for igual ou superior ao quantil de probabilidade $(1-\alpha)$ da distribuição F de Snedecor com $(k - 1, n - k)$ graus de liberdade. Tal como a análise de variância simples, o teste de Levene pressupõe que os grupos populacionais seguem uma distribuição normal (Reis *et. al* 1997).

4.6 Teste de Kruskal-Wallis

Este teste é usualmente aceite como alternativa não-paramétrica à análise de variância simples, quando não se verifica o pressuposto da normalidade. Pretende-se verificar se k amostras aleatórias independentes podem ou não ser consideradas como provenientes de populações com a mesma distribuição. Assim, as hipóteses podem ser postuladas como:

H0: As k populações partilham a mesma distribuição.

H1: Pelo menos uma das populações tem distribuição diferente das restantes, dando origem a valores tendencialmente superiores.

O teste de Kruskal-Wallis é uma generalização, para $k > 2$ amostras, do teste de Mann-Whitney. Tal como este, a estatística de teste baseia-se nos postos das observações, e como tal a variável em estudo (nos diferentes grupos) terá de ser pelo menos de nível ordinal.

Suponha-se então a existência de k populações X_1, X_2, \dots, X_k , das quais foram retiradas k amostras aleatórias:

$(X_{11}, X_{12}, \dots, X_{1n_k})$ da população X_1

$(X_{21}, X_{22}, \dots, X_{2n_k})$ da população X_2

$(X_{k1}, X_{k2}, \dots, X_{kn_k})$ da população X_k

E ainda que existe independência, não só entre os elementos de cada amostra, como também entre elementos de amostras distintas. Ordenem-se as k amostras conjuntamente. A observação de mais baixo valor toma o posto 1, a segunda o posto 2 e assim sucessivamente. Caso existam empates, será atribuído o mesmo posto às observações empatadas. Este constitui a média aritmética dos postos que lhe corresponderiam se tais empates não existissem.

Seja então $R(X_{ij})$ o posto atribuído a X_{ij} e $R_i = \sum_{j=1}^{n_i} R(X_{ij})$ a soma dos postos de observações da i -ésima amostra ($i = 1, 2, \dots, k$). O número total de observações é $n = \sum_{i=1}^k n_i$.

A estatística do teste de Kruskal-Wallis é dada por:

$$T = \frac{1}{s^2} \left(\sum_{i=1}^k \frac{R_i^2}{n_i} - \frac{n(n+1)^2}{4} \right) \quad (4.16)$$

Onde,

$$S^2 = \frac{1}{n-1} \left(\sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^{n_i} R(X_{ij})^2 - \frac{n(n+1)^2}{4} \right) \quad (4.17)$$

Esta estatística reduz-se a,

$$T' = \frac{12}{n(n-1)} \sum_{i=1}^k \frac{R_i^2}{n_i} - 3(n+1) \quad (4.18)$$

Caso não existam empates (Reis *et. al* 1997).

5. Análise e Discussão de Dados

5.1 Teste à Hipótese 1: ITE Vs IDE

Hipótese Nula: Não existe qualquer correlação estatística entre os níveis de utilização de tecnologia numa empresa e os níveis de desempenho considerados: Custos, Planeamento, Segurança e Qualidade.

Hipótese 1: Os níveis de utilização de tecnologia numa empresa estão positivamente associados aos níveis de desempenho considerados: Custos, Planeamento, Segurança e Qualidade.

Tabela 5.1 – Dados Estatísticos do teste à Hipótese 1

Dados Estatísticos			
	Média	Desvio Padrão	N
ITE	5,4141	2,05754	32
IDE	4,6874	2,24852	32

Tabela 5.2 – Teste de Correlação de Pearson para a Hipótese 1

Teste de Correlação de Pearson			
		ITE	IDE
ITE	r de Pearson	1	,626**
	Sig. (2-tailed)		,000
	N	32	32

** A correlação é significativa para um nível inferior a 0,01 (2-tailed)

Neste teste à correlação entre as variáveis quantitativas *Índice de Tecnologia da Empresa* e *Índice de Desempenho da Empresa* utilizou-se o coeficiente de correlação de Pearson. O número de respostas superior a 30 permite uma aproximação a uma população com distribuição normal. O valor de coeficiente de correlação r é igual a 0,626, o que denuncia uma associação significativa entre as variáveis que, embora não sendo linear, é positiva e pode ser descrita por uma função crescente. A significância, ou seja, a probabilidade de obter um valor do r de Pearson que estatisticamente não esteja relacionado com as duas variáveis testadas, é inferir ao intervalo de confiança $(1-\alpha)$ estabelecido, sendo α neste caso igual a 0,01. Pode-se então rejeitar a hipótese nula de que não existe qualquer

correlação entre as duas variáveis. Como tal, qualquer aumento do nível de tecnologia utilizado por uma empresa de construção terá como consequência um aumento dos níveis de desempenho da empresa definidos nesta investigação em termos de Custos, Planeamento, Segurança e Qualidade. Esta relação positiva é demonstrada pelo gráfico de dispersão de pontos representado na Fig. 5.1.

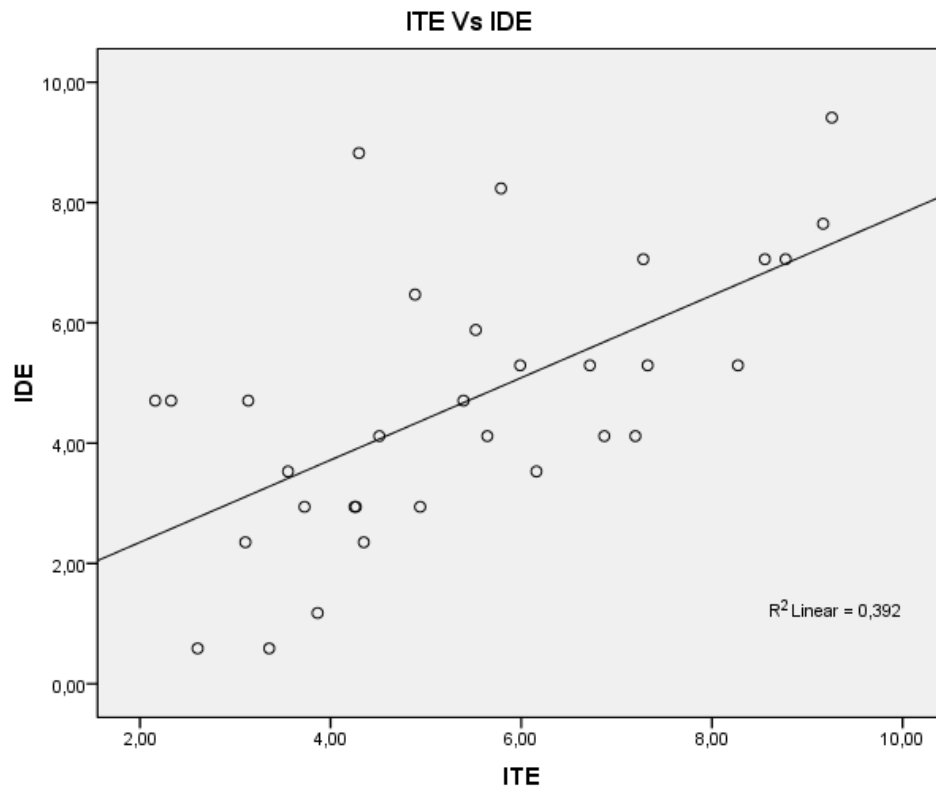


Figura 5.1 – Índice de Tecnologia da Empresa Vs Índice de Desempenho da Empresa – Gráfico de dispersão pontual e regressão linear

5.2 Teste à Hipótese 2: Número médio de trabalhadores Vs ITE

Hipótese Nula: Não existe qualquer associação estatística entre os níveis de utilização de tecnologia numa empresa e o número médio de trabalhadores da empresa.

Hipótese 2: Os níveis de utilização de tecnologia numa empresa estão positivamente associados ao número médio de trabalhadores da empresa.

Tabela 5.3 – Teste de Normalidade para a Hipótese 2

Teste de Normalidade				
		Shapiro-Wilk		
	Nº Trabalhadores	Statistic	df	Sig.
ITE	<50	,945	13	,525
	50-500	,889	12	,113
	>500	,912	7	,410

Tabela 5.4 – Dados Estatísticos para o teste à Hipótese 2

Dados Estatísticos						
	Nº Trabalhadores	N	Média	Desvio Padrão	Mínimo	Máximo
ITE	<50	13	3,9324	,72659	2,61	4,94
	50-500	12	5,9736	2,00974	2,16	8,56
	>500	7	7,2066	2,06899	3,73	9,26
	Total	32	5,4141	2,05754	2,16	9,26

Tabela 5.5 – Teste de Homogeneidade de Variâncias de Levene para a Hipótese 2

Teste de Homogeneidade de Variâncias de Levene				
ITE				
	Levene			
	Statistic	df1	df2	Sig.
	3,099	2	29	,060

Tabela 5.6 – Teste de Igualdade de médias ANOVA para a Hipótese 2

Teste de Igualdade de médias ANOVA					
ITE					
	Soma de Quadrados	df	Média quadrada	F	Sig.
Entre Grupos	54,788	2	27,394	10,392	,000
Dentro dos Grupos	76,449	29	2,636		
Total	131,237	31			

Tabela 5.7 – Teste de Comparação Múltipla de Scheffé para a Hipótese 2

Teste de Comparação Múltipla de Scheffé

ITE

(I) N° de Trabalhadores	(J) N° de Trabalhadores	Diferença de Médias (I-J)	Desvio Padrão	Sig.	Intervalo de Confiança 95%	
					Limite Inferior	Limite Superior
<50	50-500	-2,04114*	,64997	,014	-3,7179	-,3643
	>500	-3,27421*	,76117	,001	-5,2379	-1,3106
50-500	<50	2,04114*	,64997	,014	,3643	3,7179
	>500	-1,23307	,77219	,295	-3,2252	,7590
>500	<50	3,27421*	,76117	,001	1,3106	5,2379
	50-500	1,23307	,77219	,295	-,7590	3,2252

* A diferença de médias é significativa para um nível superior a 0,05

Neste caso pretendeu-se obter a relação entre o Número Médio de Trabalhadores da empresa e o correspondente nível de tecnologia associado. Este teste à igualdade de média entre grupos serve de caracterização ao sector da construção nacional. Não se podendo rejeitar o pressuposto de que os grupos pertencem a populações com distribuição normal pelo teste de Shapiro-Wilk, nem que possuem variâncias iguais, pelo teste de Levene, é possível afirmar que os grupos possuem médias diferentes, pelo teste ANOVA, uma vez que o resultado obtido permite rejeitar a hipótese nula de igualdade de médias com uma significância inferior ao intervalo de confiança estabelecido ou seja, a 0,05. Procedendo-se a uma análise de igualdade de médias entre grupos através do teste de comparação múltipla de Scheffé, é possível rejeitar a hipótese nula de igualdade de médias entre empresas com menos de 50 trabalhadores e empresas com um número de empregados entre 50 e 500, e empresas com menos de 50 trabalhadores e empresas com mais de 500 trabalhadores. Esta rejeição é provada quando a diferença de médias entre os grupos estudados é superior ao nível de significância obtido. Apenas no teste de comparação entre o nível médio de tecnologia utilizado em empresas com um número de empregados entre 50 e 500 e empresas com mais de 500 trabalhadores foi impossível rejeitar a hipótese nula de igualdade de médias, uma vez que a diferença de médias entre os dois grupos é inferior ao nível de significância adoptado neste estudo.

Estes resultados mostram que, estatisticamente, as empresas de construção com maior número médio de trabalhadores presentes na folha de férias utilizam um nível superior de

TIC. Este facto poderá estar associado a questões referidas anteriormente neste estudo. Empresas com maior número de colaboradores gerem tipicamente um maior número de obras bem como obras de maior dimensão, tanto em termos de recursos materiais como humanos. Como tal, os benefícios da utilização de tecnologia na gestão e planeamento da produção, na comunicação e no controlo das empresas de construção parecem ser já conhecidos pelas empresas de topo do sector português.

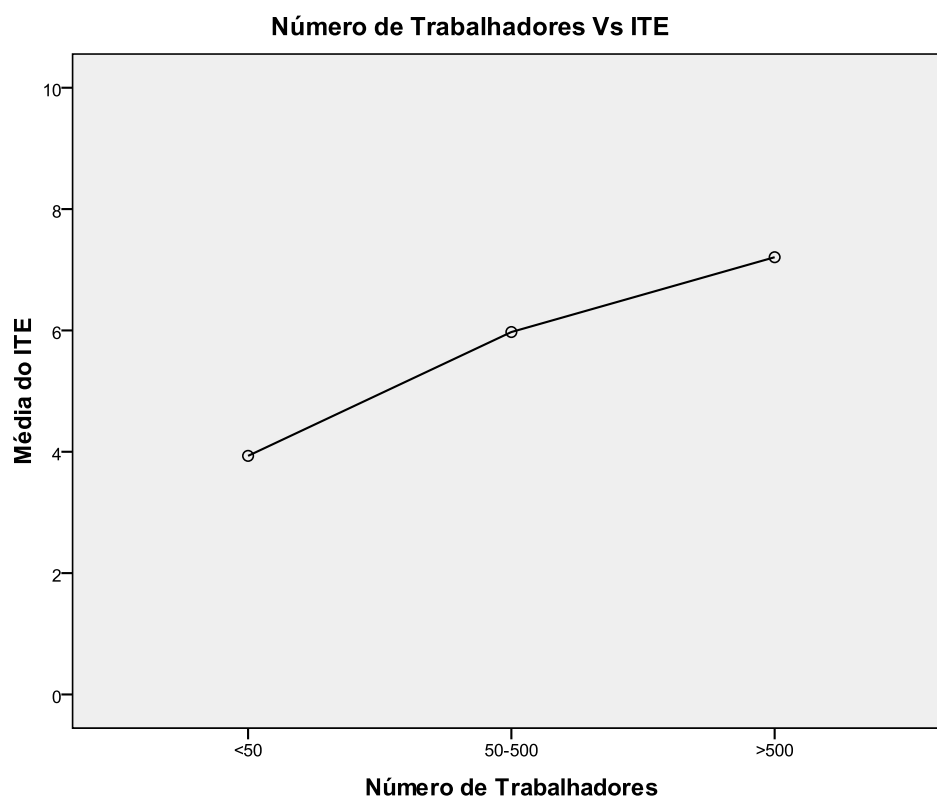


Figura 5.2 – Número de trabalhadores da empresa Vs Índice de Tecnologia da Empresa

O gráfico da Fig. 5.2 mostra como a utilização de tecnologia aumenta com a dimensão da empresa. Este resultado era de certa maneira esperado, uma vez que um número superior de empregados pressupõe uma maior frequência de obras, o que leva a uma necessidade de controlar um fluxo superior de informação. Este estudo revela uma adopção de padrões de utilização de tecnologia considerados elevados para as maiores empresas.

5.3 Teste à Hipótese 3: Volume de Facturação Anual Vs ITE

Hipótese Nula: Não existe qualquer associação estatística entre os níveis de utilização de tecnologia numa empresa e o volume de negócios da empresa.

Hipótese 3: Os níveis de utilização de tecnologia numa empresa estão positivamente associados ao volume de negócios da empresa.

Tabela 5.8 - Teste de Normalidade para a Hipótese 3

Teste de Normalidade				
		Shapiro-Wilk		
	Vol. Negócios	Statistic	df	Sig.
ITE	<2.500.000€	,964	8	,848
	2.500.000€10.000.000€	,981	10	,969
	>10.000.000€	,953	14	,608

Tabela 5.9 – Dados Estatísticos para o teste à Hipótese 3

Dados Estatísticos						
	Vol. Negócios	N	Média	Desvio Padrão	Mínimo	Máximo
ITE	<2.500.000€	8	3,8705	,74748	2,61	4,94
	2.500.000€10.000.000€	10	5,0597	1,88438	2,33	8,56
	>10.000.000€	14	6,5492	2,09416	2,16	9,26
	Total	32	5,4141	2,05754	2,16	9,26

Tabela 5.10 – Teste de Homogeneidade de Variâncias de Levene para a Hipótese 3

Teste de Homogeneidade de Variâncias de Levene			
ITE			
Levene Statistic	df1	df2	Sig.
2,953	2	29	,068

Tabela 5.11 – Teste de Igualdade de médias ANOVA para a Hipótese 3

Teste de Igualdade de médias ANOVA

ITE					
	Soma de Quadrados	df	Média quadrada	F	Sig.
Entre Grupos	38,356	2	19,178	5,988	,007
Dentro dos Grupos	92,881	29	3,203		
Total	131,237	31			

Tabela 5.12 – Teste de Comparação Múltipla de Scheffé para a Hipótese 3

Teste de Comparação Múltipla de Scheffé

ITE						
(I) Volume de Negócios	(J) Volume de Negócios	Diferença de Médias (I-J)	Desvio Padrão	Sig.	Intervalo de Confiança 95%	
					Limite Inferior	Limite Superior
<2.500.000€	2.500.000€	-1,18922	,84890	,387	-3,3792	1,0008
	10.000.000€					
	>10.000.000€	-2,67872*	,79317	,008	-4,7249	-,6325
2.500.000€	<2.500.000€	1,18922	,84890	,387	-1,0008	3,3792
10.000.000€	>10.000.000€	-1,48950	,74098	,151	-3,4011	,4221
>10.000.000€	<2.500.000€	2,67872*	,79317	,008	,6325	4,7249
	2.500.000€					
	10.000.000€	1,48950	,74098	,151	-,4221	3,4011

* A diferença de médias é significativa para um nível superior a 0,05

Neste caso foram usadas as mesmas ferramentas estatísticas do caso anterior. Tendo como premissa o raciocínio da análise anterior, e tendo em conta que uma empresa com um número superior de empregados gera na sua generalidade um volume de facturação superior a outra com menor número médio de trabalhadores, os resultados foram os esperados ou seja, maiores volumes de facturação estão relacionados com um nível superior de utilização de tecnologia. Tanto os resultados desde teste como os do teste anterior, não confirmam os resultados obtidos por Love *et al.* (2004), onde se concluiu que não existe uma variação significativa do investimento em tecnologia em empresas australianas de diferentes dimensões (considerando o número de trabalhadores e o volume de negócios). Contudo, no teste de comparação múltipla de Scheffé, foi apenas possível rejeitar estatisticamente a hipótese nula

de igualdade de média para os grupos de empresas com um volume de facturação inferior a 2.500.000€ e empresas com facturações superiores a 10.000.000€ ou seja, para os grupos de empresas com os valores de facturação mais díspares, uma vez que a diferença entre as suas médias é superior ao grau de significância obtido ($2,68 > 0,008$). Este facto mostra que o crescimento do nível de tecnologia utilizado em função do aumento do volume médio de facturação, embora positivo, é igualmente moderado.

De notar que o nível de tecnologia para empresas com mais de 500 empregados é significativamente superior ao nível de tecnologia médio utilizado em empresas com mais de €10.000.000 de facturação anual (7,2 contra 6,5), o que leva a crer que o factor diversificação, tanto pessoal como processual e até geográfica, parece constituir um factor decisivo para a implementação de tecnologia nas empresas. Este estudo mostra que as actividades de integração se revelam de extrema importância, servindo-se da tecnologia como meio de comunicação em empresas com elevado número de funcionários. De facto, estes resultados produzem dados importantes referentes às opções de investimento dos gestores de topo deste sector em TIC, que poderão fornecer conclusões interessantes acerca dos benefícios da utilização de TIC nas empresas de construção em estudos futuros. O gráfico da Fig. 5.3 mostra um crescimento aproximadamente linear da utilização de tecnologia, em função do aumento do volume de facturação das empresas de construção.

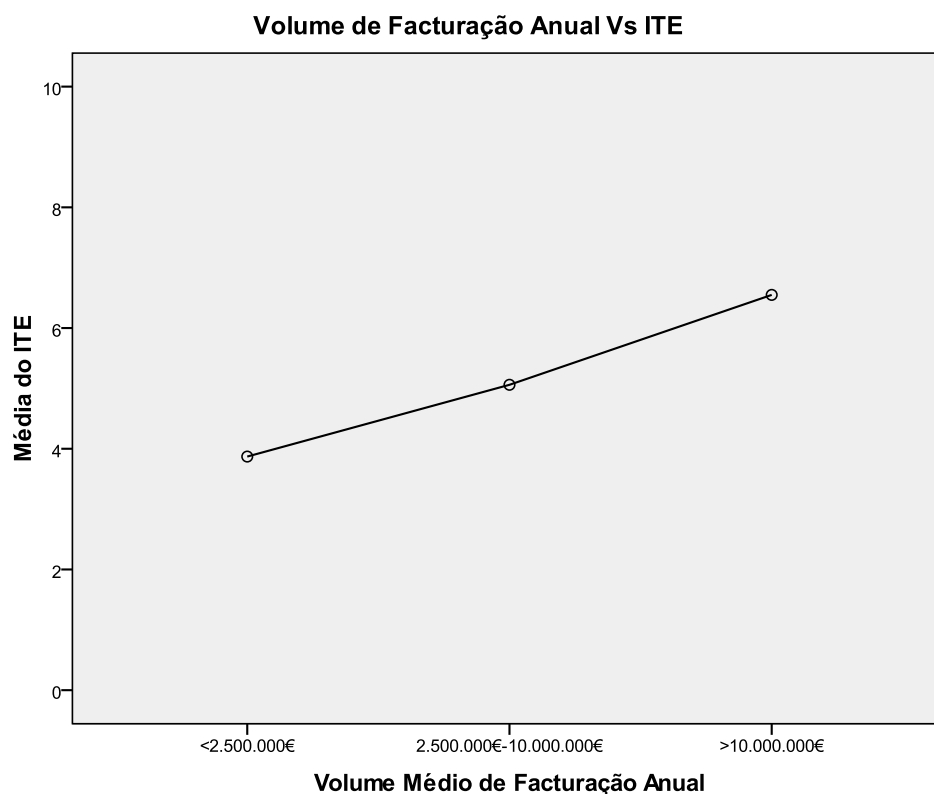


Figura 5.3 – Volume médio de facturação anual da empresa Vs Índice de Tecnologia da Empresa

5.4 Teste às Hipóteses 4, 5, 6 e 7: ITF Vs IDE

Hipótese Nula: Não existe qualquer correlação estatística entre os níveis de tecnologia utilizados nas quatro Fases definidas neste estudo (Fase de Concurso, Fase de Preparação da obra, Fase de Execução da obra e Fase de Gestão corrente da empresa) de uma empresa e os níveis de desempenho considerados: Custos, Planeamento, Segurança e Qualidade.

Hipóteses 4, 5, 6 e 7: Os níveis de tecnologia utilizados nas quatro Fases definidas neste estudo (Fase de Concurso, Fase de Preparação da obra, Fase de Execução da obra e Fase de Gestão corrente da empresa) de uma empresa estão positivamente associados aos níveis de desempenho considerados: Custos, Planeamento, Segurança e Qualidade.

Tabela 5.13 – Dados Estatísticos para o teste às Hipóteses 4, 5, 6 e 7

Dados Estatísticos			
	Média	Desvio Padrão	N
IDE	4,6874	2,24852	32
ITF1	5,1354	2,50231	32
ITF2	4,9999	2,40591	32
ITF3	4,8437	2,16517	32
ITF4	6,6530	1,91969	32

Tabela 5.14 – Testes de Correlação de Pearson para as Hipóteses 4, 5, 6 e 7

Testes de Correlação de Pearson						
		IDE	ITF1	ITF2	ITF3	ITF4
IDE	R de Pearson	1	,650 **	,575 **	,571 **	,458 **
	Sig. (2-tailed)		,000	,001	,001	,008
	N	32	32	32	32	32

** A correlação é significativa para um nível inferior a 0,01 (2-tailed)

Neste teste de correlação entre as quatro variáveis *Índice TIC de Fase* e o *Índice de Desempenho da Empresa*, verificou-se que existe uma associação positiva em todas as fases definidas, embora apenas nas três primeiras se possa considerar uma correlação significativa, uma vez que o valor do r de Pearson é superior a 0,5 (Ver Tratamento de Dados). Com uma significância inferior ao grau de confiança estabelecido (0,01), os resultados obtidos nas fases de Concurso, Preparação da obra e Execução da obra, permitem rejeitar estatisticamente a hipótese nula de que não existe qualquer relação entre as variáveis estudadas. Como tal, um aumento do nível de tecnologia utilizado nas funções de trabalho das três primeiras fases corresponderá a um aumento geral do desempenho das empresas em termos de Custos, Planeamento, Segurança e Qualidade.

Vale a pena referir o valor sucessivamente decrescente, ao longo das fases, da influência das TIC no desempenho das empresas inquiridas. Este estudo evidencia uma associação significativamente superior na primeira fase (0,650), sendo que nas duas fases seguintes o valor do r de Pearson é aproximado (0,575 e 0,571). Na última fase, Gestão Corrente da Empresa, os valores obtidos são os menos significativos, demonstrando contudo dentro do intervalo de confiança estabelecido, uma relação entre o nível de tecnologia utilizado nesta fase e o respectivo desempenho da empresa. Estes resultados poder-se-ão

explicar pelo facto de nesta fase estarem incluídas funções de trabalho comuns a quase todas as indústrias, como são o caso, a monitorização de custos correntes da empresa, a utilização de *Enterprise Resource Planning* (ERP), o processamento de salários, a gestão de recursos humanos e o processamento de contabilidade e facturação. Estas são actividades onde a implementação de TIC é mais antiga e está mais enraizada, com resultados documentados e bastantes positivos. Estes não possuem a imprevisibilidade tão característica do sector da construção, apontada como um dos factores de complexidade e unicidade, que dificultam a implementação de TIC. O motivo da inclusão desta última fase no presente estudo serve mais o propósito de caracterização do sector, fornecendo informação relevante acerca dos hábitos de utilização de TIC em actividades de gestão corrente das empresas, do que realmente estabelecer uma relação entre a implementação de tecnologia e os níveis de sucesso designados para este estudo. De facto, as funções de trabalho presentes nesta fase não possuem uma relação directa com os quatro parâmetros de sucesso definidos nesta investigação.

Observando os dados estatísticos deste teste, conclui-se que as Fases de Concurso e de Gestão Corrente da Empresa possuem níveis superiores de utilização de tecnologia, em comparação com as fases representativas das actividades desenvolvidas em obra (Fases de Preparação e Execução da obra). Estes resultados confirmam os de Yang *et al.* (2006), obtidos através de uma extensa pesquisa em empresas de construção norte-americanas.

5.5 Teste à Hipótese 8: IAE Vs IDE

Hipótese Nula: Não existe qualquer correlação estatística entre os níveis de utilização de tecnologia em funções de automatização de uma empresa e os níveis de desempenho considerados: Custos, Planeamento, Segurança e Qualidade.

Hipótese 8: Os níveis de utilização de tecnologia em funções de automatização de uma empresa estão positivamente associados aos níveis de desempenho considerados: Custos, Planeamento, Segurança e Qualidade.

Tabela 5.15 – Dados Estatísticos para o teste à Hipótese 8

Dados Estatísticos			
	Média	Desvio Padrão	N
IDE	4,6874	2,24852	32
IAE	5,6786	2,00268	32

Tabela 5.16 – Teste de Correlação de Pearson para a Hipótese 8

Teste de Correlação de Pearson			
		IDE	IAE
IDE	r de Pearson	1	,632**
	Sig. (2-tailed)		,000
	N	32	32

** A correlação é significativa para um nível inferior a 0,01 (2-tailed)

Nesta análise testou-se uma possível correlação entre o *Índice de Automatização da Empresa* e o *Índice de Desempenho da Empresa*. Utilizou-se o teste de correlação de Pearson, e concluiu-se que existe uma associação bastante positiva (coeficiente de correlação r igual a 0,632) entre o nível de tecnologia utilizado nas actividades onde é usado algum tipo de automatização e o desempenho da empresa. Este resultado do teste de correlação estatística é considerado significativo, uma vez que o seu nível de significância é inferior ao grau de confiança estabelecido.

5.6 Teste à Hipótese 9: IIE Vs IDE

Hipótese Nula: Não existe qualquer correlação estatística entre os níveis de utilização de tecnologia em funções de integração de uma empresa e os níveis de desempenho considerados: Custos, Planeamento, Segurança e Qualidade.

Hipótese 9: Os níveis de utilização de tecnologia em funções de integração de uma empresa estão positivamente associados aos níveis de desempenho considerados: Custos, Planeamento, Segurança e Qualidade.

Tabela 5.17 – Dados Estatísticos do teste à Hipótese 9

Dados Estatísticos			
	Média	Desvio Padrão	N
IDE	4,6874	2,24852	32
IIE	4,8121	2,29199	32

Tabela 5.18 – Teste de Correlação de Pearson para a Hipótese 9

Teste de Correlação de Pearson			
		IDE	IIE
IDE	r de Pearson	1	,567**
	Sig. (2-tailed)		,001
	N	32	32

** A correlação é significativa para um nível inferior a 0,01 (2-tailed)

Nesta análise testou-se uma possível correlação entre o *Índice de Integração da Empresa* e o *Índice de Desempenho da Empresa*. Utilizou-se igualmente o teste de correlação de Pearson, onde se obteve uma associação positiva entre o nível de tecnologia utilizado nas actividades onde existe troca de informação entre tarefas e o desempenho da empresa. Essa associação, sendo igualmente significativa, é inferior à associação entre o desempenho e o *Índice de Automatização da Empresa*, o que nos dá a indicação de que o investimento em tecnologia em funções de trabalho de automatização poderá obter melhores resultados nos factores adoptados por este estudo como representantes do sucesso de uma empresa.

Tabela 5.19 – Tabela de Índices Médios de Automatização e Integração

Tabela de Índices médios de Automatização e Integração (valores de 0 a 10)		
	Índice médio de Automatização	Índice médio de Integração
Fase 1	5,17	5,10
Fase 2	5,12	4,82
Fase 3	5,01	4,58
Fase 4	6,64	0

Na Tabela 6.19 encontram-se as médias dos índices de utilização de tecnologia em funções de trabalho de automatização e integração por fases da actividade das empresas. Percebe-se que as funções de trabalho de automatização possuem um nível de implementação

de tecnologia significativamente superior na última fase, e que as funções de integração apresentam a sua média mais elevada na primeira fase. O primeiro caso poder-se-á justificar pelo facto abordado anteriormente. É na fase de Gestão Corrente da Empresa que se encontram funções de trabalho comuns à maioria dos sectores económicos, que desempenham acções padronizadas e portanto susceptíveis à implementação de ferramentas informáticas, com resultados documentados. Por outro lado, o facto de o índice médio máximo de integração se encontrar na primeira fase revelou alguma surpresa, uma vez que não é nesta fase que existe o maior volume de informação partilhado, mas sim nas fases de Preparação e Execução da Obra. Este facto poderia indicar um erro na gestão dos recursos tecnológicos, uma vez que as vantagens competitivas da implementação de ferramentas tecnológicas em actividades de integração de informação não estão a ser aplicadas nas funções onde poderão apresentar maiores benefícios. Contudo, apesar de intuitivamente se considerarem maiores vantagens no investimento em tecnologia nas fases intermédias 2 e 3, o teste de correlação de Pearson mostra-nos que as empresas apostam na fase que efectivamente produz melhores resultados. Vejamos a Tabela 6.20:

Tabela 5.20 – Teste de correlação de Pearson entre as variáveis das funções de integração e o Índice de Desempenho da Empresa

Testes de Correlação de Pearson												
		1.05	1.06	1.07	2.01	2.07	2.09	2.10	3.03	3.04	3.06	3.07 IDE
IDE	r de Pearson	,578**	,605**	,531**	,477**	,392*	,244	,424*	,337	,496**	,342	,274 1
	Sig. (2-tailed)	,001	,000	,002	,006	,036	,178	,022	,059	,004	,055	,129
	N	32	32	32	32	29	32	29	32	32	32	32

** A correlação é significativa para um nível inferior a 0,01 (2-tailed)

* A correlação é significativa para um nível inferior a 0,05 (2-tailed)

A Tabela acima mostra-nos os testes de correlação de Pearson entre as funções de integração e o IDE (ver Tabela 4.2 para a consulta da descrição de cada função de trabalho). Como se pode observar, o coeficiente de Pearson apresenta resultados médios superiores na primeira fase (Fase de Concurso), todos acima de 0,5 indicando uma correlação considerada forte, bem como uma maior significância, assinalada em cada teste com um asterisco. Estes resultados permitem inferir estatisticamente que é nesta fase onde se produzem melhores resultados no desempenho das empresas com a aplicação de TIC. Como tal, parece existir um

conhecimento das empresas, com bases porventura empíricas, no que respeita aos sectores da actividade da indústria onde a tecnologia poderá contribuir de uma forma superior.

5.7 Teste à Hipótese 10: ICC Vs Desempenho de Custos

Hipótese Nula: Não existe qualquer associação estatística entre os níveis de utilização de tecnologia em funções de custo crítico de uma empresa e os níveis de desempenho nos Custos.

Hipótese 10: Os níveis de utilização de tecnologia em funções de custo crítico de uma empresa estão positivamente associados aos níveis de desempenho nos Custos.

Pretendia-se neste caso analisar alguma possível relação entre o *Desempenho de Custos da Empresa* e o *Índice de Custo Crítico*. Como foi descrito na Metodologia, o Índice de Custo Crítico representa a média do nível de tecnologia utilizado nas funções de trabalho consideradas influentes no custo final de uma obra.

Tabela 5.21 – Teste de Normalidade para o teste à Hipótese 10

Teste de Normalidade				
		Shapiro-Wilk		
	Desempenho de Custos	Statistic	df	Sig.
ICC	<20%	,849	4	,224
	20%-40%	,921	10	,368
	40%-60%	,909	11	,234
	60%-80%	,915	4	,507
	>80%	,959	3	,609

Tabela 5.22 – Dados Estatísticos para o teste à Hipótese 10

Dados Estatísticos					
	Desempenho Custos	N	Média	Desvio Padrão	Mínimo Máximo
ICC	<20%	4	6,5151	2,72725	3,33 8,79
	20%-40%	10	4,9303	,98224	3,64 6,36
	40%-60%	11	5,7716	1,77305	2,73 8,48
	60%-80%	4	7,4326	1,98972	5,19 9,39
	>80%	3	8,5605	,96720	7,50 9,39
	Total	32	6,0707	1,94255	2,73 9,39

Tabela 5.23 – Teste de Homogeneidade de Variâncias de Levene para a Hipótese 10

Teste de Homogeneidade de Variâncias de Levene			
ICC			
Levene Statistic	df1	df2	Sig.
5,772	4	27	,002

Como o resultado do teste de Levene permite rejeitar a hipótese nula de igualdade de variâncias entre grupos ($0,002 < 0,05$), não se verifica um dos pressupostos da análise de variâncias ANOVA. Uma vez que o pressuposto da normalidade foi verificado em todos os grupos através do teste de Shapiro-Wilk e a amostra é superior a 31 empresas, utilizou-se o teste de comparação múltipla de Games-Howell, que permite variâncias diferentes, sendo igualmente um teste paramétrico e portanto mais potente (maior probabilidade de rejeitar a hipótese nula) que um teste não-paramétrico. Os resultados deste teste apresentam-se na Tab. 5.24.

Tabela 5.24 – Teste de Comparação Múltipla de Games-Howell para a Hipótese 10

Teste de Comparação Múltipla de Games-Howell

ICC						
(I) Desempenho Custos	(J) Desempenho Custos	Diferença de Médias (I-J)	Desvio Padrão	Sig.	Intervalo de Confiança 95%	
					Limite Inferior	Limite Superior
<20%	20%-40%	1,58483	1,39855	,786	-5,3448	8,5144
	40%-60%	,74349	1,46467	,982	-5,7979	7,2848
	60%-80%	-,91750	1,68796	,979	-7,4494	5,6144
	>80%	-2,04543	1,47353	,665	-8,6617	4,5708
20%-40%	<20%	-1,58483	1,39855	,786	-8,5144	5,3448
	40%-60%	-,84134	,61828	,660	-2,7372	1,0545
	60%-80%	-2,50233	1,04222	,291	-7,4114	2,4068
	>80%	-3,63027*	,63899	,033	-6,7715	-,4890
40%-60%	<20%	-,74349	1,46467	,982	-7,2848	5,7979
	20%-40%	,84134	,61828	,660	-1,0545	2,7372
	60%-80%	-1,66099	1,12940	,618	-6,2445	2,9226
	>80%	-2,78892	,77306	,055	-5,6448	,0669
60%-80%	<20%	,91750	1,68796	,979	-5,6144	7,4494
	20%-40%	2,50233	1,04222	,291	-2,4068	7,4114
	40%-60%	1,66099	1,12940	,618	-2,9226	6,2445
	>80%	-1,12793	1,14086	,850	-5,9093	3,6534
>80%	<20%	2,04543	1,47353	,665	-4,5708	8,6617
	20%-40%	3,63027*	,63899	,033	,4890	6,7715
	40%-60%	2,78892	,77306	,055	-,0669	5,6448
	60%-80%	1,12793	1,14086	,850	-3,6534	5,9093

* A diferença de médias é significativa para um nível superior a 0,05

O teste paramétrico de Games-Howell não permite rejeitar a hipótese nula de igualdade de médias entre grupos, com excepção para os grupos de empresas com percentagens de 20% a 40% de obras concluídas com um custo instalado igual ou inferior ao orçamento previsto e empresas com o mesmo indicador acima dos 80%. Como se pode observar pelo gráfico das médias dos grupos, não existe um comportamento crescente, nem qualquer relação directa significativa entre o nível médio de tecnologia utilizado nas actividades de custo crítico e o desempenho de custos, excepto para níveis elevados de

utilização de tecnologia. Como tal, não é possível considerar qualquer associação positiva entre a utilização de tecnologia neste tipo de funções de trabalho e o desempenho de custos da empresa. Estes resultados não confirmam as conclusões de Yang *et al.* (2007), que revelaram uma relação positiva entre as duas variáveis estudadas.

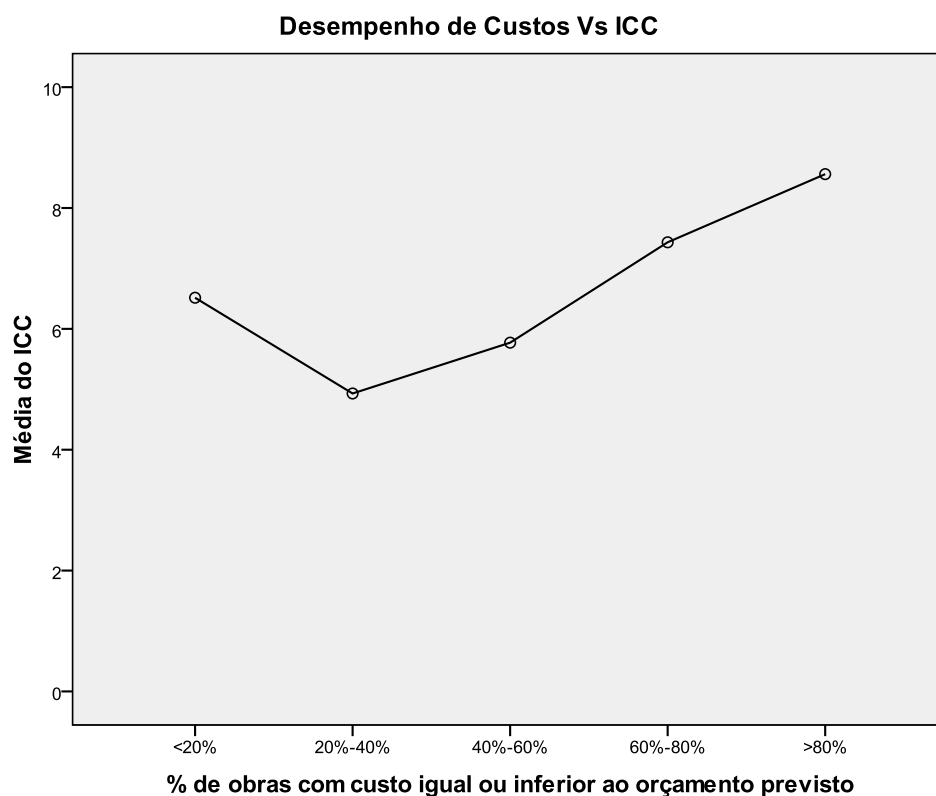


Figura 5.4 – Desempenho de Custos das empresas Vs Índice de Custo Crítico

5.8 Teste à Hipótese 11: IPC Vs Desempenho de Planeamento

Hipótese Nula: Não existe qualquer associação estatística entre os níveis de utilização de tecnologia em funções de planeamento crítico de uma empresa e os níveis de desempenho no Planeamento.

Hipótese 11: Os níveis de utilização de tecnologia em funções de planeamento crítico de uma empresa estão positivamente associados aos níveis de desempenho no Planeamento.

De igual forma, pretendeu-se testar uma possível relação entre o *Desempenho de Planeamento da Empresa* e o *Índice de Planeamento Crítico*. O *Índice de Planeamento*

Crítico representa a média do nível de tecnologia utilizado nas funções de trabalho consideradas influentes no cumprimento de prazos uma obra.

Tabela 5.25 – Teste de Normalidade para a Hipótese 11

Teste de Normalidade				
		Shapiro-Wilk		
	Desempenho de Planeamento	Statistic	df	Sig.
IPC	<20%	,860	4	,262
	20%-40%	,873	6	,238
	40%-60%	,968	9	,876
	60%-80%	,955	8	,763
	>80%	,882	5	,319

Tabela 5.26 – Dados Estatísticos para o teste à Hipótese 11

Dados Estatísticos						
	Desempenho Planeamento	N	Média	Desvio Padrão	Mínimo	Máximo
IPC	<20%	4	2,0000	1,63298	,00	3,33
	20%-40%	6	4,0000	1,11554	2,67	6,00
	40%-60%	9	5,4814	2,82403	,00	9,33
	60%-80%	8	5,8124	2,70716	2,00	10,00
	>80%	5	5,6444	3,52273	2,22	10,00
	Total	32	4,8767	2,72337	,00	10,00

Tabela 5.27 – Teste de Homogeneidade de Variâncias de Levene para a Hipótese 11

Teste de Homogeneidade de Variâncias de Levene			
IPC			
Levene Statistic	df1	df2	Sig.
2,244	4	27	,091

Tabela 5.28 – Teste de Igualdade de Médias ANOVA para a Hipótese 11

Teste de Igualdade de médias ANOVA

IPC					
	Soma de Quadrados	df	Média quadrada	F	Sig.
Entre Grupos	50,957	4	12,739	1,922	,136
Dentro dos Grupos	178,963	27	6,628		
Total	229,920	31			

O resultado produzido pelo teste é superior ao nível de significância designado ($0,157 > 0,05$), o que impossibilita a rejeição da hipótese nula de igualdade de médias para os grupos escolhidos. Como tal, não é possível considerar qualquer associação positiva entre a utilização de tecnologia em de funções de trabalho influentes no planeamento de uma obra e o desempenho de planeamento da empresa. Contudo, pode observar-se no gráfico da Fig. 5.5 uma tendência para o crescimento constante da linha da função, a partir do qual o nível de tecnologia utilizado em actividades de planeamento crítico deixa de exercer influência no desempenho das empresas respeitante ao planeamento das suas obras. De facto, embora não se possam confirmar as desigualdades de médias, nem para o caso dos Custos nem para o Planeamento, os gráficos produzidos revelam que a relação sucesso do planeamento - tecnologia é mais forte do que a para os custos. Estes dados confirmam os resultados obtidos por O'Connor e Yang (2004).

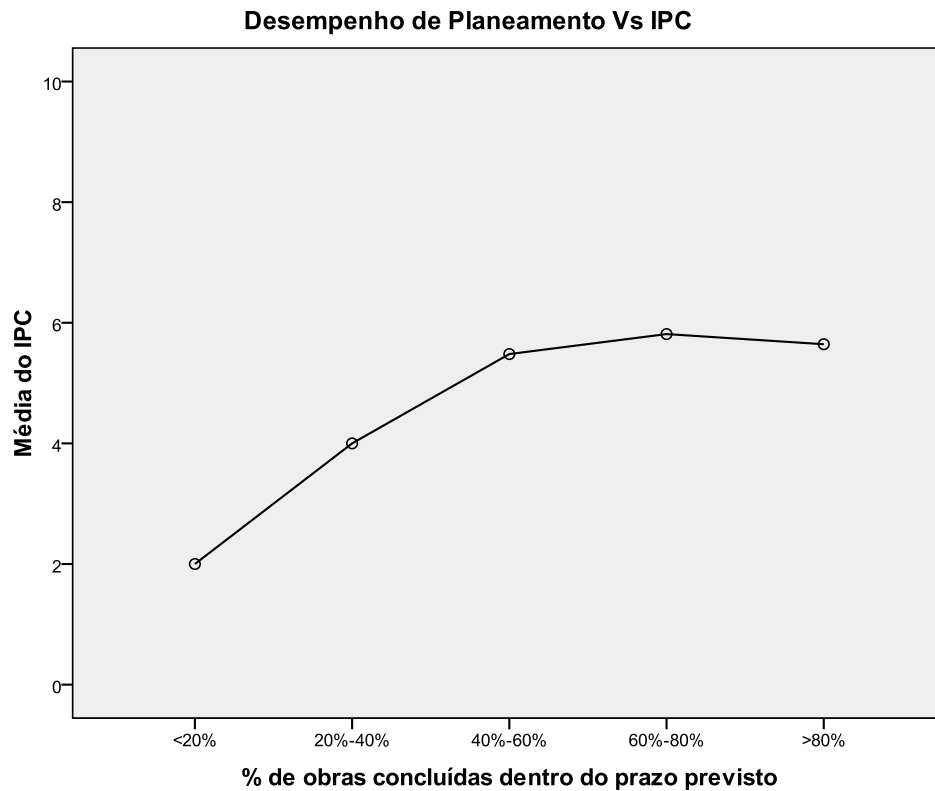


Figura 5.5 – Desempenho do Planeamento das empresas Vs Índice de Planeamento Crítico

5.9 Teste às Hipóteses 12, 13 e 14: IBT, IMT e IAT Vs IDE

Hipótese Nula: Não existe qualquer correlação estatística entre os níveis de utilização de tecnologia em funções de baixa tecnologia, média tecnologia e alta tecnologia de uma empresa e os níveis de desempenho considerados: Custos, Planeamento, Segurança e Qualidade.

Hipóteses 12, 13 e 14: Os níveis de utilização de tecnologia em funções de baixa tecnologia, média tecnologia e alta tecnologia de uma empresa estão positivamente associados aos níveis de desempenho considerados: Custos, Planeamento, Segurança e Qualidade.

Tabela 5.29 – Dados Estatísticos para o teste às Hipóteses 12, 13 e 14

Dados Estatísticos			
	Média	Desvio Padrão	N
IDE	4,6874	2,24852	32
IBT	4,4278	2,49821	32
IMT	5,3796	2,33909	32
IAT	6,9768	1,97679	32

Tabela 5.30 – Testes de Correlação de Pearson para as Hipóteses 12, 13 e 14

Testes de Correlação de Pearson					
		IDE	IBT	IMT	IAT
IDE	R de Pearson	1	,440*	,656**	,664**
	Sig. (2-tailed)		,012	,000	,000
	N	32	32	32	32

* A correlação é significativa para um nível inferior a 0,05 (2-tailed).

** A correlação é significativa para um nível inferior a 0,01 (2-tailed).

Testou-se a hipótese de correlação entre os níveis de tecnologia utilizados nas 10 funções de trabalho onde em média se utilizam níveis mais baixos de tecnologia (*Índice de Baixa Tecnologia*), níveis médios (*Índice de Média Tecnologia*) e níveis elevados de tecnologia (*Índice de Alta Tecnologia*), com o nível de desempenho global das empresas, segundo os padrões adoptados para este estudo (custos, planeamento, segurança e qualidade). Obtiveram-se coeficientes de correlação de Pearson positivos para os três casos, com graus de significância abaixo do intervalo de confiança escolhido para os testes. Este facto permite rejeitar a hipótese nula de que estatisticamente não existe qualquer relação entre as variáveis testadas. Contudo, o facto do valor do r de Pearson para o teste do IBT ser inferior a 0,5 não permite assumir um valor significativo da correlação entre as variáveis IBT e IDE.

De facto, os resultados obtidos nos testes de correlação entre os índices de utilização de baixa tecnologia, média tecnologia e *Hi-Tech*, demonstram uma influência sucessivamente crescente no decorrente desempenho das empresas, dados que confirmam as conclusões do estudo de O'Connor e Yang (2004). Sendo as médias de utilização de tecnologia nas funções de trabalho que definem estes três índices sucessivamente maiores, demonstra-se pelos resultados obtidos uma sensibilização já existente na indústria, um conhecimento referente às actividades que produzem maiores níveis de sucesso.

5.10 Teste à Hipótese 15: ITE Vs Desempenho de Segurança

Hipótese Nula: Não existe qualquer associação estatística entre os níveis de utilização de tecnologia numa empresa e os níveis de desempenho na Segurança.

Hipótese 15: Os níveis de utilização de tecnologia numa empresa estão positivamente associados aos níveis de desempenho na Segurança.

Tabela 5.31 – Teste de Normalidade para a Hipótese 15

Teste de Normalidade				
		Shapiro-Wilk		
	Desempenho de Segurança	Statistic	df	Sig.
ITE	<20%	,992	4	,969
	20%-40%	,923	5	,550
	40%-60%	,997	4	,990
	60%-80%	,965	12	,854
	>80%	,888	7	,263

Tabela 5.32 – Dados Estatísticos para o teste à Hipótese 15

Dados Estatísticos						
	Desempenho Segurança	N	Média	Desvio Padrão	Mínimo	Máximo
ITE	<20%	4	3,7998	,37014	3,36	4,25
	20%-40%	5	4,7363	1,85868	2,61	6,87
	40%-60%	4	4,7958	2,13501	2,16	7,28
	60%-80%	12	6,2044	1,71983	3,55	9,17
	>80%	7	5,8191	2,82555	2,33	9,26
	Total	32	5,4141	2,05754	2,16	9,26

Tabela 5.33 – Teste de Homogeneidade de Variâncias de Levene para a Hipótese 15

Teste de Homogeneidade de Variâncias de Levene			
ITE			
Levene Statistic	df1	df2	Sig.
3,874	4	27	,013

Como o resultado do teste de Levene permite rejeitar a hipótese nula de igualdade de variâncias entre grupos ($0,013 < 0,05$), não se verifica um dos pressupostos da análise de variâncias ANOVA, sendo necessário recorrer ao teste de comparação múltipla de Games-Howell, que permite variâncias diferentes:

Tabela 5.34 – Teste de Comparação Múltipla de Games-Howell para a Hipótese 15

Teste de Comparação Múltipla de Games-Howell

ITE						
(I) Desempenho Segurança	(J) Desempenho Segurança	Diferença de Médias (I-J)	Desvio Padrão	Sig.	Intervalo de Confiança 95%	
					Limite Inferior	Limite Superior
<20%	20%-40%	-,93653	,85158	,801	-4,5515	2,6785
	40%-60%	-,99599	1,08343	,875	-6,5143	4,5224
	60%-80%	-2,40465*	,52984	,004	-4,0670	-,7423
	>80%	-2,01933	1,08388	,418	-6,0105	1,9719
20%-40%	<20%	,93653	,85158	,801	-2,6785	4,5515
	40%-60%	-,05946	1,35296	1,000	-5,1158	4,9968
	60%-80%	-1,46811	,96821	,584	-4,9272	1,9910
	>80%	-1,08280	1,35332	,925	-5,5385	3,3729
40%-60%	<20%	,99599	1,08343	,875	-4,5224	6,5143
	20%-40%	,05946	1,35296	1,000	-4,9968	5,1158
	60%-80%	-1,40866	1,17731	,756	-6,4116	3,5943
	>80%	-1,02334	1,51000	,956	-6,2397	4,1930
60%-80%	<20%	2,40465*	,52984	,004	,7423	4,0670
	20%-40%	1,46811	,96821	,584	-1,9910	4,9272
	40%-60%	1,40866	1,17731	,756	-3,5943	6,4116
	>80%	,38532	1,17772	,997	-3,6093	4,3799
>80%	<20%	2,01933	1,08388	,418	-1,9719	6,0105
	20%-40%	1,08280	1,35332	,925	-3,3729	5,5385
	40%-60%	1,02334	1,51000	,956	-4,1930	6,2397
	60%-80%	-,38532	1,17772	,997	-4,3799	3,6093

* A diferença de médias é significativa para um nível superior a 0,05

O teste paramétrico de Games-Howell não permite rejeitar a hipótese nula de igualdade de médias, excepto para os grupos de empresas com uma percentagem de obras concluídas sem acidentes de trabalho inferior a 20% e empresas onde este índice está entre os 60% e os 80%, uma vez que a diferença de médias entre os dois grupos é superior ao nível de significância obtido. Não existe um comportamento crescente, nem qualquer relação directa significativa entre o nível de tecnologia utilizado nas empresas e o correspondente desempenho de segurança. Como tal, não é possível considerar qualquer associação positiva entre as duas variáveis consideradas.

Contudo, o gráfico seguinte mostra que, tipicamente, empresas utilizadoras de níveis inferiores de tecnologia possuem desempenhos ao nível da segurança inferiores às empresas com maiores níveis tecnológicos. Este facto comprova o estudo levado a cabo por Riaz *et al.* (2006), onde se propõe um modelo de implementação de sistemas de segurança suportados por tecnologias emergentes, como são o caso dos Sistemas de Posicionamento Global, Sistemas de identificação por radiofrequência, comunicação *wireless*, instalação de redes de sensores e sistemas de gestão de informação. Note-se pelo gráfico da Fig. 5.6 que, para níveis elevados de sucesso, a tecnologia deixa de desempenhar um papel preponderante, pelo menos estatisticamente, facto que vem surgindo repetidamente em testes anteriores.

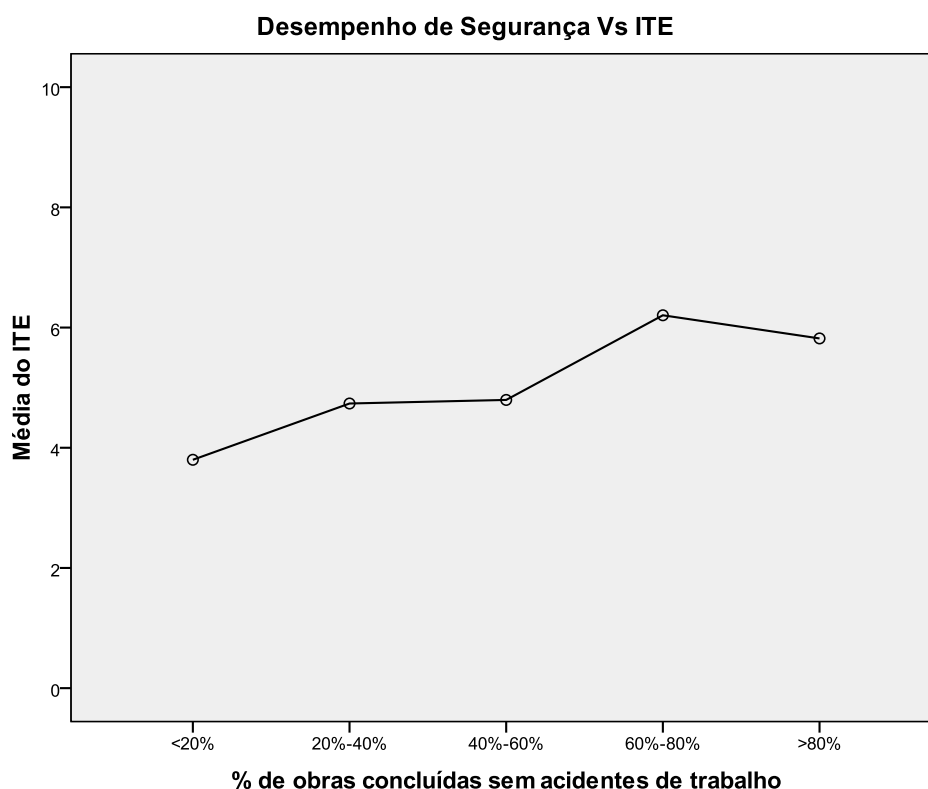


Figura 5.6 – Desempenho de Segurança das empresas Vs Índice de Tecnologia da Empresa

5.11 Teste à Hipótese 16: ITE Vs Desempenho de Qualidade

Hipótese Nula: Não existe qualquer associação estatística entre os níveis de utilização de tecnologia numa empresa e os níveis de desempenho na Qualidade.

Hipótese 16: Os níveis de utilização de tecnologia numa empresa estão positivamente associados aos níveis de desempenho na Qualidade.

Teste 5.35 – Teste de Normalidade para a Hipótese 16

Teste de Normalidade

		Shapiro-Wilk		
	Desempenho de Qualidade	Statistic	df	Sig.
ITE	4-6	,910	8	,353
	7-9	,915	3	,433
	10-12	,912	3	,426
	>12	.	.	.

ITE é constante quando o Desempenho de Qualidade é <3. Dados omitidos.

O teste de Shapiro-Wilk não foi efectuado para um Desempenho de Qualidade >12.

Número da amostra reduzido.

Tabela 5.36 – Dados Estatísticos para o teste à Hipótese 16

Dados Estatísticos

	Desempenho Segurança	N	Média	Desvio Padrão	Mínimo	Máximo
ITE	<3	1	4,8863	.	4,89	4,89
	4-6	8	6,3063	2,72718	2,16	9,26
	7-9	3	6,5302	1,01001	5,39	7,33
	10-12	3	6,6514	1,43960	5,52	8,27
	>12	2	6,3540	,51708	5,99	6,72
	Total	17	6,3288	1,95312	2,16	9,26

Tabela 5.37 – Teste de Homogeneidade de Variâncias de Levene para a Hipótese 16

Teste de Homogeneidade de Variâncias de Levene			
ITE			
Levene Statistic	df1	df2	Sig.
3,914	3	12	,037

Grupos com um único caso registado são ignorados pelo Teste de Homogeneidade de Variâncias para a variável ITE

Os grupos com apenas um caso registado, como é o caso do grupo de empresas com menos de 3 Não Conformidades registadas, não figuram no teste. Como o resultado do teste de Levene permite rejeitar a hipótese nula de igualdade de variâncias entre grupos ($0,013 < 0,05$), não se verifica um dos pressupostos da análise de variâncias ANOVA, sendo necessário recorrer a ao teste não-paramétrico de análise de medianas de Kruskal-Wallis.

Tabela 5.38 – Teste de Kruskal-Wallis para a Hipótese 16

Teste de Kruskal-Wallis	
	ITE
Qui Quadrado	,890
df	3
Asymp. Sig.	,828

Variável de Grupo: Desempenho de Qualidade

O teste não-paramétrico de Kruskal-Wallis não permite rejeitar a hipótese nula de igualdade de medianas, uma vez que produz um resultado superior ao grau de significância escolhido (0,05). Este teste demonstra não existir qualquer associação significativa entre as variáveis estudadas.

Na análise do gráfico seguinte é preciso ter em conta que o nível de sucesso respeitante à qualidade de uma empresa se mede de uma forma inversa ou seja, maiores padrões de sucesso ao nível da qualidade correspondem a menores números de Não Conformidades detectadas em auditorias. Como tal, uma associação positiva entre as duas variáveis resultaria num gráfico com uma linha de declive negativo. Tal não acontece, e se os testes se tivessem revelado significativos, a associação existente não seria positiva.

Os resultados pouco significativos devem-se ao facto de apenas um número reduzido das empresas inquiridas possuir um Sistema de Gestão de Qualidade (SGQ), o que limita desde logo a quantidade de informação disponível para processamento. O comportamento crescente da linha do gráfico da Fig. 5.7 ao início, para depois estabilizar nos níveis superiores de tecnologia, comprova o facto de que apenas as empresas com elevados volumes de facturação, e portanto utilizadoras de maiores níveis de tecnologia (leiam-se os testes de caracterização à hipótese 3), possuem SGQ, sendo portanto ambicioso encontrar uma amostra onde exista uma grande variação dos *Índices de Tecnologia das Empresas*.

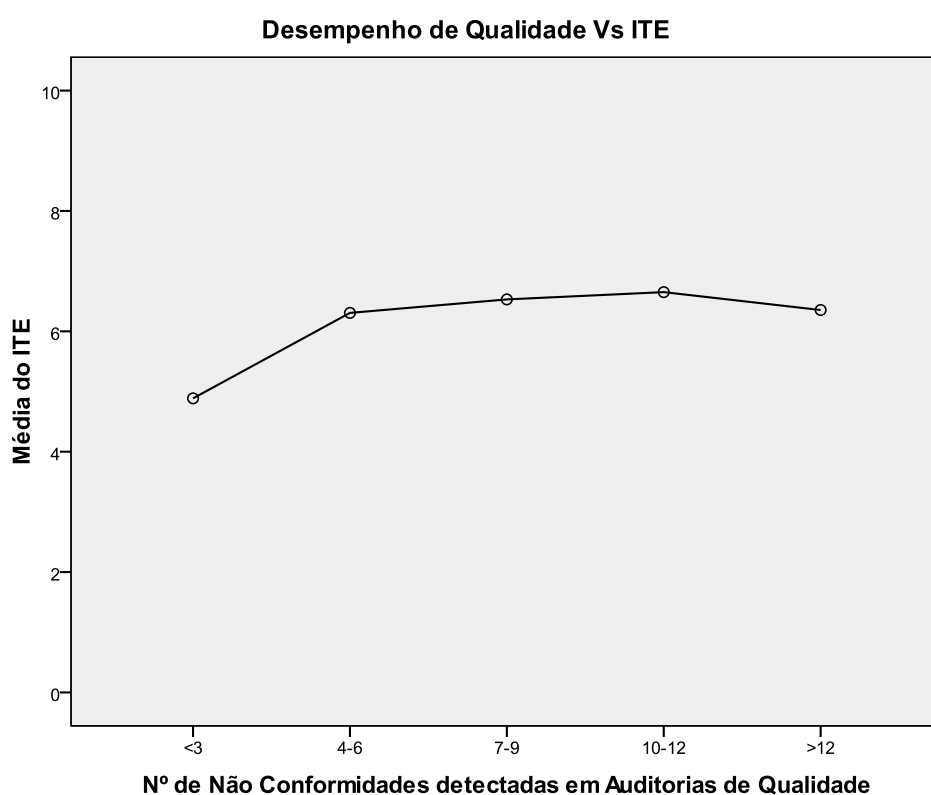


Figura 5.7 – Desempenho de Qualidade das empresas Vs Índice de Tecnologia da Empresa

5.12 Função de Trabalho Vs IDE

Depois de executados testes de correlação entre as 41 funções de trabalho consideradas neste estudo como representativas do processo de produção da indústria de construção e o correspondente *Índice de Desempenho da Empresa*, constatou-se que existem funções de trabalho onde o nível de tecnologia utilizado surge altamente relacionado com o sucesso das empresas, e outras onde tal não acontece ou seja, embora sempre positiva, a

associação entre o ITE e o IDE não é tão forte. Note-se que as duas funções de trabalho estudadas em seguida podem não representar exactamente os casos extremos, uma vez que apenas se consideraram neste estudo as funções de trabalho que produziram testes de correlação com graus de significância aceitáveis para o intervalo de confiança pré-estabelecido.

5.12.1 Gestão e Monitorização dos Fornecedores

Nesta função de trabalho, onde se pede o nível de tecnologia utilizado na gestão dos fornecedores, ao nível da qualidade, preço e cumprimento dos prazos, obtiveram-se os melhores resultados nos testes correlativos, mostrando uma associação bastante positiva entre as variáveis ITE e IDE. Tratando-se de um teste entre uma variável quantitativa e uma variável qualitativa, procederam-se aos testes igualdade de médias.

Tabela 5.39 – Teste de Normalidade para a associação entre a função Gestão e Monitorização de Fornecedores e o Índice de Desempenho da Empresa

Teste de Normalidade				
		Shapiro-Wilk		
Gestão de Fornecedores		Statistic	df	Sig.
IDE	Nível 2	,917	11	,294
	Nível 3	,846	13	,025
	Nível 4	,968	7	,884

ITE é constante quando a a Gestão dos Fornecedores é de Nível 1. Dados omitidos.

O teste de Shapiro-Wilk revelou que a hipótese nula de que o segundo grupo pertence a uma população com distribuição normal pode ser rejeitada ($0,025 < 0,05$). Como tal, e uma vez que a normalidade é um dos pressupostos para a realização do teste à igualdade de médias ANOVA, usou-se o teste não-paramétrico de Kruskal-Wallis.

Tabela 5.40 – Teste de Kruskal-Wallis para a associação entre a Gestão e Monitorização de Fornecedores e o Índice de Desempenho da Empresa

Teste de Kruskal-Wallis	
	IDE
Qui Quadrado	12,634
df	3
Asymp. Sig.	,005
Variável de Grupo: Gestão de Fornecedores	

Observando o resultado do teste de Kruskal-Wallis, conclui-se que é possível rejeitar estatisticamente a hipótese de igualdade de medianas entre os grupos estudados, o que constitui uma prova de que existe uma variação significativa dos valores médios de desempenhos das empresas, consoante o nível de utilização de tecnologia da actividade de Gestão de Fornecedores. Para comprovar os resultados obtidos, apresentam-se os mesmos sob a forma de um gráfico, presente na na Fig. 5.8, onde se pode observar uma relação bastante positiva entre as duas variáveis estudadas:

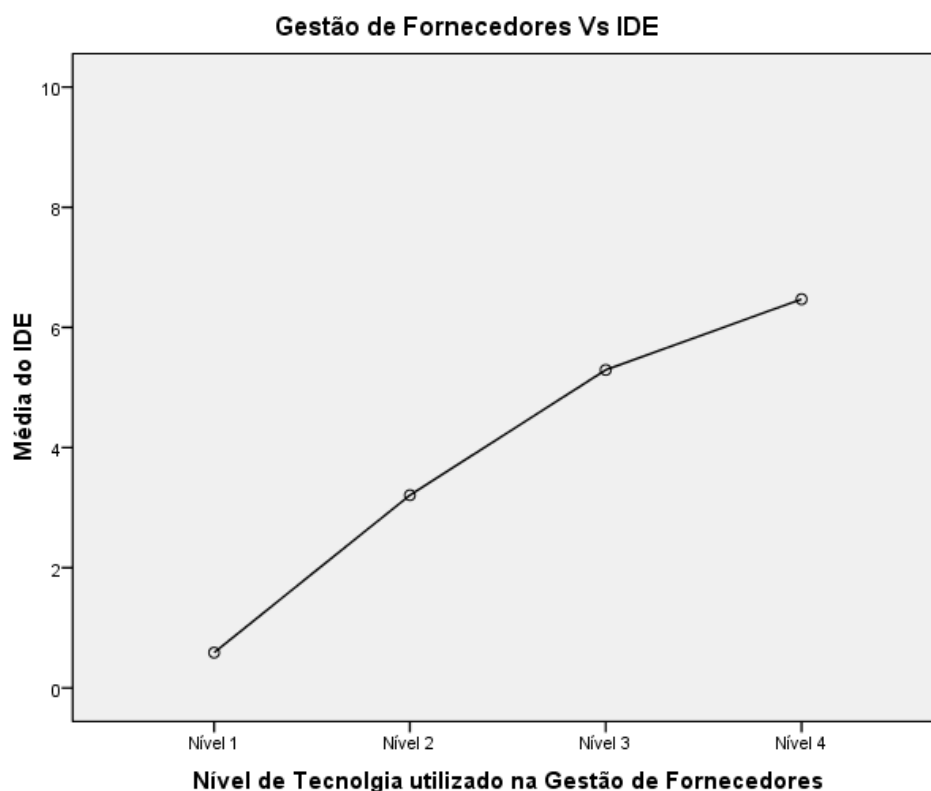


Figura 5.8 – Gestão e Monitorização de Fornecedores Vs Índice de Desempenho da Empresa

Estes resultados revelaram-se bastante interessantes, uma vez que desta função de trabalho depende o estabelecimento de um fluxo contínuo e ininterrupto de produção e a eliminação de desperdícios, dois dos princípios do conceito de *Lean Construction*, que constitui uma aplicação da filosofia *lean* ao mundo da construção, desenvolvida por Lauri Koskela em 1992. A gestão e monitorização de fornecedores permite controlar:

- Tempos de espera, em que os recursos não estão preparados;
- Transporte de recursos humanos, materiais e de equipamentos;
- Gestão de Stocks, com implicação directa nos custos da obra;
- Defeitos de ordem qualitativa, que implicam desperdícios de tempo, mão-de-obra e materiais.

Como tal, a associação significativamente positiva entre a aplicação de tecnologia nesta actividade e o decorrente desempenho das empresas vem confirmar uma das teorias mais recentes e inovadoras da gestão da construção.

5.12.2 Transmissão de ordens de trabalho e respostas a questões para o terreno

Nesta função de trabalho, onde se pede o nível de tecnologia utilizado na transmissão de ordens de trabalho e respostas a questões para o terreno, obtiveram-se os piores resultados nos testes correlativos, mostrando uma associação entre as variáveis ITE e IDE que, embora positiva, está entre as mais baixas do estudo. Procederam-se aos testes de normalidade.

Tabela 5.41 – Teste de Normalidade para a associação entre a função Transmissão de Ordens de Trabalho e Respostas a Questões para o Terreno e o Índice de Desempenho da Empresa

Teste de Normalidade		Shapiro-Wilk		
	Transmissão de ordens de trabalho para o terreno	Statistic	df	Sig.
IDE	Nível 1	,630	4	,001
	Nível 2	,936	19	,220
	Nível 3	,818	4	,139
	Nível 4	,877	5	,294

O teste de Shapiro-Wilk revelou que a hipótese nula de que o primeiro grupo pertence a uma população com distribuição normal pode ser rejeitada ($0,001 < 0,05$). Como tal, e uma

vez que a normalidade é um dos pressupostos para a realização do teste à igualdade de médias ANOVA, usou-se uma vez mais o teste não-paramétrico de Kruskal-Wallis.

Tabela 5.42 – Teste de Kruskal-Wallis para a associação entre a função Transmissão de Ordens de Trabalho e Respostas a Questões para o Terreno e o Índice de Desempenho da Empresa

Teste de Kruskal-Wallis	
	IDE
Qui Quadrado	7,775
df	3
Asymp. Sig.	,051
Variável de Grupo: Transmissão de ordens de trabalho para o terreno	

Observando o resultado do teste de Kruskal-Wallis, conclui-se que, embora com um reduzido grau de significância, estatisticamente não é possível rejeitar a hipótese nula de igualdade de medianas entre os grupos estudados, o que demonstra que não existe uma variação significativa dos valores médios de desempenhos das empresas, consoante o nível de utilização de tecnologia usado na actividade de Transmissão de ordens para o terreno.

Sendo o resultado do teste de Kruskal-Wallis bastante próximo do nível de significância escolhido para este estudo (0,05), e uma vez que apenas um dos grupos não segue uma distribuição populacional normal, incluiu-se igualmente o teste ANOVA:

Tabela 5.43 – Teste de Igualdade de Médias ANOVA para a associação entre a função Transmissão de Ordens de Trabalho e Respostas a Questões para o Terreno e o Índice de Desempenho da Empresa

Teste de Igualdade de médias ANOVA					
IPC					
	Soma de Quadrados	df	Média quadrada	F	Sig.
Entre Grupos	32,028	3	10,676	2,397	,089
Dentro dos Grupos	124,703	28	4,454		
Total	156,731	31			

Com este teste pôde-se comprovar com uma maior certeza os resultados do teste de Kruskal-Wallis, tendo este produzido um resultado superior ao grau de significância de 0,05.

De facto, o gráfico apresentado na Fig. 5.9 mostra que existe uma quebra no crescimento da linha, no segundo nível de desempenho, o que torna inconclusiva a hipótese de associação positiva entre a utilização de tecnologia na função de trabalho estudada e o desempenho das empresa .

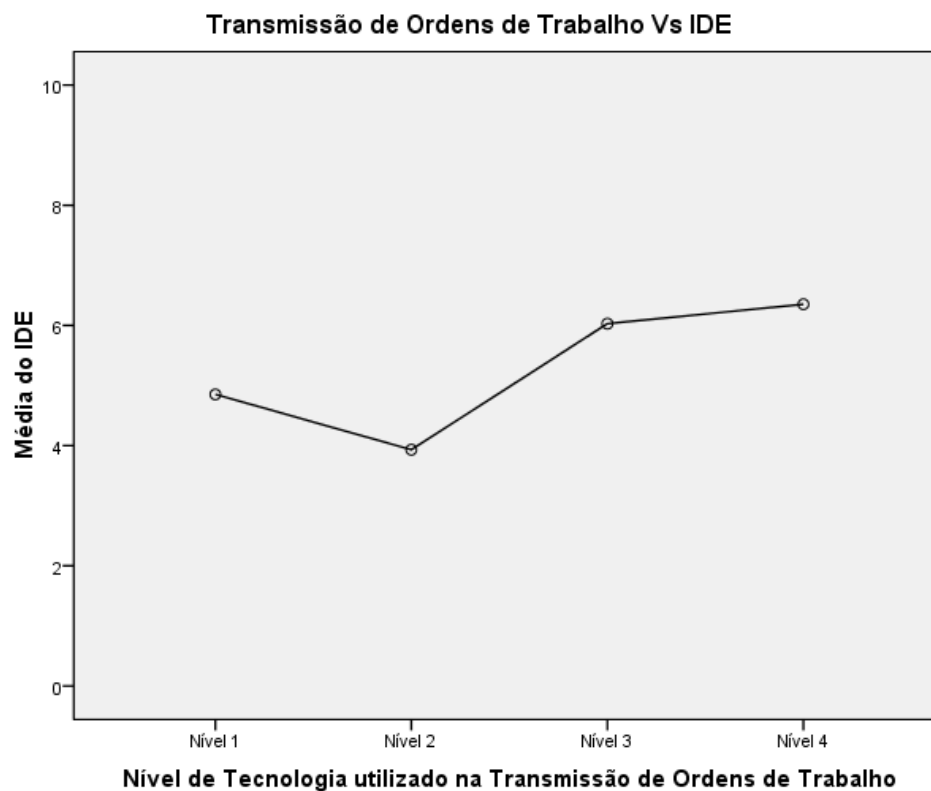


Figura 5.9 – Função Transmissão de Ordens de Trabalho e Respostas a Questões para o Terreno Vs Índice de Desempenho da Empresa

6. Futuros Campos de Pesquisa

A dimensão amostral limitou as possibilidades de análise. Alguns testes estatísticos não foram realizados devido à reduzida dimensão da amostra. Os próximos estudos poderiam envolver um número superior de empresas, aumentando a significância dos testes estatísticos. Ao mesmo tempo, este aumento poderia contribuir para uma melhor representatividade da informação recolhida, conduzindo a pesquisa a resultados mais concisos na associação entre a utilização de TIC e o desempenho das empresas.

Um objectivo para futuros estudos seria determinar o modo como a utilização de tecnologia por parte do sector esta a mudar ao longo do tempo. De forma a analisar mudanças ao longo do tempo, é recomendado que este estudo seja repetido num futuro próximo.

Seria importante determinar quão representativas são as 41 funções de trabalho presentes nesta pesquisa na generalidade dos processos de produção das empresas de construção portuguesas. O facto de não existirem funções de trabalho directamente ligadas aos processos de segurança e qualidade poderá estar na origem dos resultados estatísticos pouco relevantes na associação da utilização de tecnologia das empresas com o decorrente desempenho nestas duas áreas.

Por outro lado, poder-se-ia investigar um método diferente de avaliação do nível de tecnologia utilizado nas funções de trabalho, em alternativa aos quatro níveis apresentados neste estudo, que permita obter dados mais precisos das medidas de implementação de TIC nas empresas. Reconheceu-se neste estudo uma relativa dificuldade por parte dos respondentes em relacionar de uma forma exacta as actividades da empresa com os níveis de utilização de tecnologia propostos.

Futuros esforços de recolha de dados como o deste estudo deveriam incluir informação mais detalhada acerca do nível de tecnologia utilizado não apenas em empresas de construção em geral mas em diferentes tipos de obras, o que possibilitaria a análise de uma combinação mais alargada de variáveis, e consequentemente aumentaria a quantidade de informação disponível referente ao sector de construção português e a sua interacção com as TIC. Como tal, ao nível da empresa questionada, seria interessante avaliar o seu tipo: Empresa pública, privada, de projecto, consultora, empreiteiro geral, sub-empreiteiro, fabricante ou fornecedor. Por outro lado, seria importante avaliar a utilização de tecnologia em vários tipos de obras em termos de tipo (Industrial, Infra-estruturas ou Edifícios), localização (Nacional ou

Internacional), duração, custo total instalado e natureza da obra (obra de raiz, reabilitação ou expansão) (O'Connor *et al.* 2000).

O presente estudo definiu parâmetros de desempenho das empresas baseadas em quatro factores: Custos, Planeamento, Segurança e Qualidade. Futuros estudos poderiam investigar uma nova definição de sucesso de uma empresa de construção, mais abrangente. Poder-se-ia investigar a adequabilidade das métricas definidas para cada parâmetro de sucesso, destacando-se o caso da avaliação do desempenho ao nível da qualidade. Reconhece-se neste ponto uma limitação deste estudo, uma vez que um número baixo de Não-Conformidades registadas numa empresa poderá não representar necessariamente um SGQ com um bom desempenho, existindo a possibilidade deste número estar ligado a uma variedade de factores, como é o caso do incumprimento do processo de registo de Não-Conformidades, ou do rigor adoptado por cada empresa nesta execução desta actividade.

Além da alteração das métricas, poder-se-iam introduzir outras nos parâmetros já definidos. Em termos de custo, seria interessante analisar os custos de manutenção dos projectos no período de garantia, numa altura onde o governo pondera o alargamento do prazo de cinco anos de garantia para 10 anos. Por outro lado, poder-se-ia avaliar o desempenho do planeamento, analisando a percentagem de obras iniciadas dentro do prazo previsto.

7. Conclusões

O presente estudo teve como objectivo investigar o impacto da utilização de TIC no sucesso das empresas de construção portuguesas, definindo parâmetros de sucesso baseados no desempenho das empresas ao nível dos custos, do planeamento, da segurança e da qualidade. Esta avaliação foi conseguida através de um inquérito levado a cabo no território português onde participaram 32 empresas ligadas ao sector de construção. Foram propostas métricas de utilização de tecnologia e de desempenho das empresas inquiridas, pretendendo-se identificar hipotéticas relações entre a utilização de TIC e o sucesso das empresas. Esta pesquisa fornece evidências que suportam os resultados de estudos internacionais realizados anteriormente, referentes aos benefícios significativos que a implementação de TIC poderá trazer à gestão e produção das empresas de construção portuguesas. Os resultados obtidos indicam que a utilização de tecnologia é crítica no apoio à execução das 41 actividades definidas nesta investigação, por se considerarem na sua generalidade constituintes do processo produtivo de uma empresa de construção.

A recolha de informação na indústria nacional ocorreu via *email*, entre os meses de Março e Julho de 2009. Numa escala de 1 a 10, no geral, as empresas consultadas possuíam um *Índice de Tecnologia da Empresa* médio de 5,4, indicando um nível intermédio de utilização da empresa. Contudo, tecnologia e inovações emergem rapidamente na indústria.

Os principais resultados são descritos em seguida:

- As empresas de construção portuguesas poderão obter melhores desempenhos em termos de custos, planeamento, segurança e qualidade, aumentando os níveis de utilização de TIC, principalmente nas Fases de Concurso, Preparação da obra e Execução da obra, nas actividades de automatização e integração, e nas funções de trabalho de média tecnologia e alta tecnologia. Os testes de correlação de Pearson entre as variáveis descritas e o *Índice de Desempenho da Empresa* mostraram uma dependência linear significativa.
- O número de trabalhadores da empresa ou o seu volume de facturação está na sua generalidade positivamente associado ao nível de implementação de TIC nas empresas. Esta conclusão baseia-se nos resultados dos testes de análise de variâncias (ANOVA) e comparação múltipla realizados entre as variáveis

descritas e o *Índice de Tecnologia da Empresa*, que demonstram uma desigualdade significativa de médias entre grupos.

- O nível médio de tecnologia utilizado pelo grupo de empresas com maior número de trabalhadores é consideravelmente superior ao nível de tecnologia médio utilizado pelo grupo de empresas com maior volume de facturação. Este dado demonstra que a utilização de tecnologia poderá obter melhores resultados em empresas onde exista uma maior diversidade de recursos humanos e materiais, revelando-se essencial na gestão e planeamento da produção, na comunicação e no controlo das empresas de construção.
- Dados os resultados dos testes de correlação de Pearson entre o *Índice de Automatização da Empresa*, o *Índice de Integração da Empresa* e o *Índice de Desempenho da Empresa*, o investimento em tecnologia nas funções de trabalho de automatização poderá obter melhores resultados do que nas funções de trabalho de integração, em termos dos factores adoptados por este estudo como representantes do sucesso de uma empresa de construção portuguesa.
- As empresas de construção portuguesas utilizam níveis superiores de tecnologia de automatização na Fase de Gestão Corrente da Empresa. Por outro lado, utilizam níveis superiores de tecnologia de integração na Fase de Concurso, onde as funções de integração mostraram melhores resultados com a implementação de tecnologia. Estas conclusões derivam da estatística descritiva dos *Índices TIC de Fase*, e da combinação destas variáveis com o *Índice de Desempenho da Empresa*.
- Uma vez que pela análise de variâncias (ANOVA), comprovada pelos testes de comparação múltipla, não se pode rejeitar a hipótese nula de igualdade de médias entre grupos, não existe uma associação significativa entre os Índices de Custo Crítico e Planeamento Crítico e o correspondente Desempenho de Custos e Desempenho de Planeamento das empresas. Como tal, o investimento em tecnologia nas actividades de custo crítico não produz aumentos significativos no desempenho das empresas ao nível de custos. De igual forma, o aumento da utilização e tecnologia nas actividades de planeamento crítico não resulta necessariamente num aumento do desempenho das empresas ao nível do planeamento. Embora não se possam considerar significativos, os resultados demonstram que a relação tecnologia/desempenho do planeamento é superior.

- As fases de Concurso e Gestão Corrente da Empresa obtiveram maiores níveis de utilização de tecnologia. Contudo, é apenas na fase de Concurso que a implementação de tecnologia produz os melhores resultados no desempenho das empresas ao nível dos custos, planeamento, segurança e qualidade.
- As fases afectas á obra (Preparação e Execução da obra) produziram resultados do benefício de implementação de TIC positivos, embora menos significativos. Este poderá constituir um motivo pelo qual estas duas fases obtiveram os níveis mais baixos de utilização de tecnologia no sector de construção português.
- A actividade de Gestão e Monitorização de Fornecedores revelou a maior associação positiva entre a utilização de TIC e o sucesso da empresa ao nível dos custos, do planeamento, da segurança e da qualidade.

Este estudo serve de base a uma linha de investigação que tem como objectivo o desenvolvimento de um modelo de implementação de TIC em empresas de construção portuguesas. Por outro lado, pretendeu-se produzir resultados relevantes, que fornecessem uma direcção para futuras decisões de investimento em tecnologia, auxiliando as empresas na escolha das actividades onde a aplicação de novas tecnologias poderá obter resultados mais produtivos.

8. Referências Bibliográficas

Back, W. & Moreau, K., 2000. Cost and schedule impacts of information management on EPC process. *Journal of Management in Engineering* 16, 2000, 59–70

Barrie, D. & Paulson, B. , 1992. Professional construction management, 3rd Ed., *McGraw-Hill*, New York, 14–40.

Blurton, C., 2002. New Directions of ICT-Use in Education.
<http://www.unesco.org/education/educprog/lwf/dl/edict.pdf>.

Björk, B., 1992. A Unified Approach for Modeling Construction Information, *Building and Environment*, 27 (2).

Bowden, S.; Dorr, A.; Thorpe, T. & Anumba, C., 2006. Mobile ICT support for construction process improvement. *Automation in Construction*, 2006, 15, 664-676

Berghout, E. & Renkema, T.J., 2001. Methodologies for investment evaluation: a review and assessment, in: W. Van Grembergen. *Information Technology Evaluation Methods and Management*, Idea Group Publishing, Hersey, 2001, pp.26– 43.

Chassiakos, A. & Sakellariopoulos, S., 2008. A web-based system for managing construction information. *Advances in Engineering Software*, 2008, 39, 865-876

Courtney, R., Winch, G., 2002. CIB Strategy for Re-engineering Construction, *CIB/UMIST*.

David, P., 1990. The dynamo and the computer: An historical perspective on the modern productivity paradox. *American Economic Review*, May, 355–361.

Duman, R. 1992. Family firms are different. *Entrepreneurship Theory and Practice* 17:13-21.

El-Mashaleh, M.; O'Brien, W. J. & R. Edward Minchin, J., 2006. Firm Performance and Information Technology Utilization in the Construction Industry. *Journal of Construction Engineering and Management*, ASCE, 2006, 132, 499-507

FIEC - European Construction Industry Federation , 2007. *Annual Report 2007*. (Disponível em <http://www.fiec.org/>).

Goldsmith, P. W.; Walker, D. H. T.; Wilson, A. & Peansupap, V.
Molenaar, K. R. & Chinowsky, P. S. (ed.), 2003. A Strategic Approach to Information Communication Technology Diffusion --- An Australian Study. *Construction Research* 2003, ASCE, 2003, 120, 128-128

Green, S. N. J. & Akey, T. M.. Prentice-Hall, N. (ed.)
Using SPSS for windows: Analyzing and understanding data, 2nd Ed., 2000

Griffis, F., Hogan, D, and Li, W., 1995. An analysis of the impacts of using three dimensional computer models in the management of construction. *Research report 106-11. Construction Industry Institute*, University of Texas at Austin.

Hannus, M. , Blasco, M., Bourdeau, M., Bohms, M., Cooper, G. , Garas, F. , Hassan, T. Kazi, A., Leinonen, J., 2003. ROADCON Construction ICT Roadmap. ROADCON: IST-2001-37278, 2003.

Hewage, K. N.; Ruwanpura, J. Y. & Jergeas, G. F. IT usage in Alberta's building construction projects: Current status and challenges. *Automation in Construction*, 2008, 17, 940-947

Johnson, R. E. & Clayton, M. J., 1998. The impact of information technology in design and construction: the owner's perspective. *Automation in Construction* 8, 1998, 3-14

Kang, L. S. & Paulson, B. C., 2000. Information Classification for Civil Engineering Projects by Uniclass. *Journal of Construction Engineering and Management*, ASCE, 2000, 126, 158-167

Kang, Y.; O'Brien, W. J.; Thomas, S. & Chapman, R. E., 2008. Impact of Information Technologies on Performance: Cross Study Comparison. *Journal of Construction Engineering and Management*, ASCE, 2008, 134, 852-863

Koskela, L. & Vrijhoef, R. 2000. The prevalent theory of construction is a hindrance for innovation. In Proceedings of the 8th Annual. *Conference of the International Group for Lean Construction*, Brighton, UK, 17-19 July 2000. Edited by G. Ballard.

Latham, M., 1994. Constructing the team: Joint review of procurement and contractual arrangements in the UK construction industry. *UK: Department of the Environment*.

Love, P. E.; Irani, Z.; Ghoneim, A. & Themistocleous, M., 2006. An exploratory study of indirect ICT costs using the structured case method. *International Journal of Information Management*, 2006, 26, 167-177

Love, P. E. D.; Irani, Z. & Edwards, D. J., 2004. Industry-centric benchmarking of information technology benefits, costs and risks for small-to-medium sized enterprises in construction. *Automation in Construction*, 2004, 13, 507 - 524

Manseau, A. & Seaden, G. (Editors), 2001. Innovation in construction: An international review of public policies. *Spon Press*, London, 2001, UK.

Moreau, K. A. & Back, W. E., 2000. Improving the design process with information management. *Automation in Construction*, 2000, 10, 127 - 140

Nielsen, Y.; Hassan, T. M. & Ciftci, C., 2007. Legal Aspects of Information and Communication Technologies Implementation in the Turkish Construction Industry: Applicability of eLEGAL Framework. *Journal of Professional Issues in Engineering Education and Practice*, ASCE, 2007, 133, 255-264

O'Connor, J. T. & Yang, L., 2004. Project Performance versus Use of Technologies at Project and Phase Levels. *Journal of Construction Engineering and Management*, ASCE, 2004, 130, 322-329

O'Connor, J. T.; Kumashiro, M. E. & Welsh, K. A., 2000. Project and phase-level technology use metrics for capital facility projects. *Journal of Construction Engineering and Management*, 2000

Paulson, B., 1995. *Computer applications in construction.*, McGraw-Hill, New York, 1995

Pena-Mora, F. & Tanaka, S., 2002. Information Technology Planning Framework for Japanese General Contractors. *Journal of Management in Engineering*, ASCE, 2002, 18, 138-149

Rankin, J.H. & Luther, R., 2006. The innovation process: adoption of information and communication technology for the construction industry. *Can. J. Civ. Eng.* 33, 1538–1546 (2006)

Rezgui, Y. & Zarli, A., 2006. Paving the Way to the Vision of Digital Construction: A Strategic Roadmap. *Journal of Construction Engineering and Management*, ASCE, 2006, 132, 767-776

Riaz, Z.; Edwards, D. & Thorpe, A., 2006. SightSafety: A hybrid information and communication technology system for reducing vehicle/pedestrian collisions. *Automation in Construction*, 2006, 15, 719 - 728

Rogers, E. 1995. Diffusion of innovations. 5th ed, *Free Press*, New York, N.Y.

Shin, Y.; An, S.; Cho, H.; Kim, G. & Kang, K., 2008. Application of information technology for mass customization in the housing construction industry in Korea. *Automation in Construction*, 2008, 17, 831-838

Soeiro, A., 2007. Education Using ICT for Construction Management. *The 5th International Conference on Education and Information Systems, Technologies and Applications: EISTA 2007*, Julho 13-7, 2007, Orlando FL, EUA

Stewart; Rodney & Anthony, 2007. IT enhanced project information management in construction: Pathways to improved performance and strategic competitiveness. *Automation in Construction*, 2007, 16, 511-517

Stoeckerl, A., & Quirke, D., 1992. Services: setting the agenda for reform. Services Industries Research Program, Department of Industry. *Technology and Commerce*, Australia, Report no. 2.

Thomas, S.; Macken, C. & Lee, S., 2001. Impacts of Design/Information Technology on Building and Industrial Projects. *Construction Industry Institute (CII)*, 2001

Toole, T.M., 1998. Uncertainty and home builders' adoption of technological innovations. *ASCE Journal of Construction Engineering and Management*, 124(4): 323–332.

Williams, T.; Bernold, L. & Lu, H., 2007. Adoption Patterns of Advanced Information Technologies in the Construction Industries of the United States and Korea. *Journal of Construction Engineering and Management*, ASCE, 2007, 133, 780-790

Yang, L., 2008. Exploring the links between task-level automation usage and project satisfaction. *Automation in Construction*, 2008, 17, 450 - 458

Yang, L.; O'Connor, J. T. & Chen, J., 2007. Assessment of automation and integration technology's impacts on project stakeholder success. *Automation in Construction*, 2007, 16, 725 - 733

Yang, L.; O'Connor, J. T. & Wang, C., 2006. Technology utilization on different sizes of projects and associated impacts on composite project success. *International Journal of Project Management*, 2006, 24, 96 – 105

ANEXO

Ferramenta de Recolha de Informação

Avaliação do Impacto da utilização de Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC) no sector de construção Português

Objectivo deste Questionário

Este Questionário serve de ferramenta estatística ao estudo de Avaliação do Impacto da utilização de TIC no sector da construção português. Com esta investigação pretende-se não apenas caracterizar o sector em termos da utilização das novas tecnologias, como também quantificar o impacto da sua implementação nos processos das empresas de construção portuguesas.

Este estudo constitui a segunda fase de uma linha de investigação promovida pela Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa, que tem como objectivo final a elaboração de um modelo de implementação de TIC nas empresas de construção portuguesas, como meio de aumentar a produtividade do sector.

Confidencialidade

Toda a informação fornecida pelo respondente é estritamente confidencial, não sendo possível fazer a identificação individual das pessoas e empresas envolvidas no estudo. Os dados recolhidos serão utilizados unicamente para fins estatísticos e apresentados de forma agregada.

A sua cooperação é vital

O sucesso desta investigação depende da quantidade de questionários que forem preenchidos e disponibilizados por empresas como a sua.

O seu caso é válido

A veracidade dos dados recolhidos é crucial para a validade do estudo.

Utilidade para a sua empresa

Consideramos o resultado deste estudo relevante para qualquer empresa de construção, uma vez que permite aos gestores conhecer as áreas de actividade da empresa onde o investimento em tecnologia pode obter maiores benefícios. Como tal, e como forma de agradecimento pela sua disponibilidade, a nossa equipa de investigação enviar-lhe-á um relatório com as conclusões deste estudo.

Como preencher este Questionário

Pretende-se que o respondente possua conhecimento acerca dos métodos de produção da empresa, bem como dos resultados obtidos pela mesma no ano de 2008. Para responder a este questionário, as actividades correntes duma empresa de construção foram divididas em quatro partes: Fase de Concurso, Preparação da Obra, Execução da Obra e Gestão Corrente da Empresa.

Pedimos que atribua níveis de tecnologia utilizados nos diferentes processos gerais constituintes da actividade de construção. Existem opções disponíveis para os casos onde não conhece o processo da empresa, ou quando este não é aplicável no seu caso.

Informação do Participante

Nome do Participante:			
Número de Telefone:	Fax:	Email:	
Perspectiva do Participante: Que posição ocupa na sua empresa?			
Gestão de Topo (Gerência, Administração, Direcção Geral)	<input type="checkbox"/>	Direcção de Obra	<input type="checkbox"/>
Direcção de Departamento	<input type="checkbox"/>	Técnico	<input type="checkbox"/>
Outro (por favor descreva):			
Antiguidade: Há quantos anos trabalha na sua empresa? <5 <input type="checkbox"/> 5-10 <input type="checkbox"/> 10-20 <input type="checkbox"/> >20 <input type="checkbox"/>			

Informação da Empresa

Nome da Empresa:			
Dimensão da Empresa:			
Número médio de trabalhadores presente na folha de férias:	<50 <input type="checkbox"/>	50-500 <input type="checkbox"/>	>500 <input type="checkbox"/>
Volume médio de Facturação Anual:	< 2.500.000€ <input type="checkbox"/>	2.500.000€-10.000.000€ <input type="checkbox"/>	>10.000.000€ <input type="checkbox"/>
Performance dos Custos:			
Tendo em conta todas as obras concluídas pela sua Empresa no último ano (Recepção Provisória em 2008), qual a percentagem de obras onde o custo total foi igual ou inferior ao orçamento previsto?			
<20% <input type="checkbox"/>	20%-40% <input type="checkbox"/>	40%-60% <input type="checkbox"/>	60%-80% <input type="checkbox"/> >80% <input type="checkbox"/>
Performance dos Planeamento:			
Tendo em conta todas as obras concluídas pela sua Empresa no último ano (Recepção Provisória em 2008), qual a percentagem de obras concluídas dentro do prazo previsto?			
<20% <input type="checkbox"/>	20%-40% <input type="checkbox"/>	40%-60% <input type="checkbox"/>	60%-80% <input type="checkbox"/> >80% <input type="checkbox"/>
Performance da Segurança:			
Tendo em conta todas as obras concluídas pela sua Empresa no último ano (Recepção Provisória em 2008), qual a percentagem de obras concluídas sem acidentes de trabalho reportados?			
<20% <input type="checkbox"/>	20%-40% <input type="checkbox"/>	40%-60% <input type="checkbox"/>	60%-80% <input type="checkbox"/> >80% <input type="checkbox"/>
Performance da Qualidade:			
Qual foi o número de Não Conformidades detectadas na sua Empresa em auditorias internas e externas no ano de 2008 (apenas para empresas com SGQ certificado pela norma ISO 9001)?			
<3 <input type="checkbox"/>	4-6 <input type="checkbox"/>	7-9 <input type="checkbox"/>	10-12 <input type="checkbox"/> >12 <input type="checkbox"/>

[illegible]

ID	Tarefas	Grau de Tecnologia Usado						Comentário
		Não Sei	1	2	3	4	N/A	
2.01	Aquisição e armazenamento de informação relativa ao local de elaboração da obra	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>					
2.02	Desenvolvimento do planeamento de obra	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>					
2.03	Controlo de custos em obra	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>					
2.04	Gestão de fornecimentos	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>					
2.05	Desenvolvimento dum plano de recuperação em casos emergentes (novo planeamento)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>					
2.06	Gestão documental do projecto (peças desenhadas e escritas; verificação e actualização de versões)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>					
2.07	Aquisição e armazenamento de ensaios laboratoriais	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>					
2.08	Monitorização da qualidade	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>					
2.09	Controlo da entrada e saída de material no armazém (central e/ou obra)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>					
2.10	Preparação de rotas de transporte e recepção de material importante em obra	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>					

Parte 3: Execução da Obra

Grau de Utilização de Tecnologia	Nível 1	Nível 2	Nível 3	Nível 4
Características	Nenhumas ferramentas informáticas são utilizadas. Por exemplo, a informação é conduzida verbalmente ou em papel e transmitida via correio, telefone ou fax.	Apenas os recursos electrónicos mais simples e não específicos são usados na execução das tarefas. A informação é armazenada em papel e transmitida via correio, telefone ou fax.	Ferramentas electrónicas específicas desempenham um papel determinante na execução de funções de trabalho, mas o trabalho desenvolvido por recursos humanos ainda domina. A informação é armazenada em formatos electrónicos <i>stand-alone</i> e transmitida através de discos de memória informáticos ou <i>attachments</i> de <i>e-mail</i> .	Embora ainda participem recursos humanos, os sistemas automatizados na sua totalidade ou quase, desempenham um papel dominante. A informação é armazenada num sistema de rede acessível por todos os participantes autorizados.
Exemplo: Introdução de Partes diárias	O controlo dos recursos em obra é feito oralmente e armazenado em documentos de papel.	O controlo dos recursos é feito oralmente e os dados são armazenados numa base informática.	O controlo dos recursos é executado com o auxílio de mecanismos automatizados e a os dados são armazenados numa base informática.	O controlo dos recursos é feito através de um sistema automatizado que processa e armazena os dados numa rede informatizada.

3. Para cada uma das actividades desenvolvidas pela empresa durante a **Execução de uma obra**, indique o nível de tecnologia utilizado (Nota: N/A significa Não Aplicável):

[illegible]

Parte 4: Gestão Corrente da Empresa

Grau de Utilização de Tecnologia	Nível 1	Nível 2	Nível 3	Nível 4
Características	Nenhumas ferramentas informáticas são utilizadas. Por exemplo, a informação é conduzida verbalmente ou em papel e transmitida via correio, telefone ou fax.	Apenas os recursos electrónicos mais simples e não específicos são usados na execução das tarefas. A informação é armazenada em papel e transmitida via correio, telefone ou fax.	Ferramentas electrónicas específicas desempenham um papel determinante na execução de funções de trabalho, mas o trabalho desenvolvido por recursos humanos ainda domina. A informação é armazenada em formatos electrónicos <i>stand-alone</i> e transmitida através de discos de memória informáticos ou <i>attachments</i> de <i>e-mail</i> .	Embora ainda participem recursos humanos, os sistemas automatizados na sua totalidade ou quase, desempenham um papel dominante. A informação é armazenada num sistema de rede acessível por todos os participantes autorizados.
Exemplo: Utilização do Histórico das obras	O histórico das obras não é registado ou apenas em papel e o aperfeiçoamento é conduzido verbalmente	A informação é armazenada em ficheiros informáticos e conduzida verbalmente	A informação é registada num software específico e conduzida através de disco informático aos técnicos	A informação é armazenada automaticamente a partir das obras e transmitida via rede

4. Para cada uma das actividades desenvolvidas durante a **Gestão corrente da Empresa**, indique o nível de tecnologia utilizado (Nota: N/A significa Não Aplicável):

[illegible]